

השימוש בתיב"מ בישראל

עבודות הפקולטה לניהול

ניב אחיטוב

גרי ספיר

דו"ח מחקר מס' 995/88 דצמבר 1988

דוחות מחקר של המכון למחקר עסקים מיועדים לתפוצה של ממצאי מחקר. הערות מתקבלות בברכה, ויש להפנותן ישירות למחברים.

המחברים מודים למכון למחקר עסקים בישראל על סיועו במימון המחקר.

השימוש בתיב"מ בישראל

פרופ' ניב אחיטוב

גרי ספיר

תכנית מערכות מידע, הפקולטה לניהול, אוניברסיטת ת"א

מטרת המחקר היא להציג ולנתח את אופי השימוש בתיב"מ בישראל. המחקר בא לבחון מספר השערות ודעות מקובלות לגבי אופי השימוש בתיב"מ בישראל, היקפו ודפוסי ההחלטה וההחדרה של תיב"מ לארגונים בישראל.

במהלך המחקר מוצגות מספר תאוריות מקובלות וממצאים לגבי תחומי השימוש, מימדי השימוש, מאפיינים ומרכיבים בתהליך קבלת ההחלטות ובהערכות הארגונית לקליטת טכנולוגיות התיב"מ באו גון.

במחקר זה מוצג מודל המחלק את משתמשי התיב"מ למספר רמות עומק שימוש. המחקר כולל דוח מפורט על ממצאי סקר שבוצע בקרב ארגונים ומפעלים בארץ ב-1987, ניתוח סטטיסטי של תוצאות הסקר, השוואה לסקרים ומחקרים דומים בחו"ל, ומסקנות והמלצות ברמת המפעל וברמה לאומית. שאלון המחקר הופץ בקרב כ- 1200 ארגונים, והניתוח הסטטיסטי מתבסס על מדגם של 79 ארגונים המשתמשים בתיב"מ, ו 92 ארגונים שאינם משתמשים בתיב"מ.

מילות מפתח: מחשבים, תיב"מ

תוכן העניינים

פרק א - מבוא

פרק ב - מהות התיב"מ ובעיות אופיניות ביישומו

פרק ג - מבנה ומהלך המחקר

פרק ד - מודל עומק השימוש בתיב"מ

פרק ה - ניתוח חד-מימדי של ממצאי הסקר

פרק ו - ניתוח דו-מימדי של ממצאי הסקר

פרק ז - ניתוח רב-מימדי

פרק ח - מחקרים מקבילים בחו"ל ותחזיות

פרק א - מ ב ו א

1.1 רקע כללי לתיב"מ

בתחום התיב"מ - תיכון וייצור בעזרת מחשב, קיים פער גדול בין הטכנולוגיה המוצעת בשוק לבין היישום והשימוש בפועל.

מצד אחד קיימים מוצרים מתוחכמים ביותר המאפשרים כיום, מיחשוב מלא של כל תהליך התיכון והייצור - עיצוב, שרטוט, אנליזה, סימולציה, רשימות חומרים, פיקוד ופיקוח על מכונות, רובוטיקה וכדומה. מצד שני השימוש הנפוץ ביותר במערכות תיב"מ הוא כמערכות שרטוט ממוחשבות (להוציא את תעשית האלקטרוניקה).

במקביל יש לזכור כי רמת המיחשוב בכלל בתעשיה הישראלית - נמוכה (ראה: א. רגובסקי, 1986), ולפיכך תיב"מ מלא - מהתיכון עד הייצור - הוא עדיין בגדר חזון בארץ (כמו גם ברבות ממדינות העולם המערבי). יחד עם זאת התהליך של שילוב התיב"מ הינו בלתי נמנע - וארגון שלא ישתמש בתיב"מ, יאבד בתוך מספר שנים את כושר התחרות שלו בעיקר משום שלא יוכל לעמוד בזמני הפיתוח של מוצרים חדשים, בדיוק הנדרש, ברמת הסיבוכיות, בכושר הייצור וההרכבה ובבחינת איכות המוצר (ראה: י. יסקי, נובמבר 1986).

לקחים שהופקו מנסיונן של חברות תעשיתיות ביישום אינטגרציה מלאה של מערכות תיכון וייצור משולבות (CIM - Computer Integrated Manufacturing), מצביעים על קשיים שונים ובהם, חוסר הבנה וחוסר מודעות מצד הנהלות המפעלים, בצד קשיים אוביקטיביים. אפילו חברות שהצליחו ביישום CIM מצהירות על הצלחה שמקורה ביעדים מוגדרים ומצומצמים (ראה: ד. בניה, 1987).

גורם משמעותי נוסף ביישום תיב"מ בארגונים הוא חדירתם בשנים האחרונות של המחשבים האישיים לתחום התיב"מ, והתחרות המחריפה עם תחנות העבודה ההנדסיות. חדירה זו של מחשבי ה- PC לשוק היא בעלת עוצמה רבה ביותר, ומה שנתפס בתחילה כ"צעצוע" הפך במהירות למערכות שרטוט, ומערכות תיכון.

האבחנה הראשונית בין מחשבים אישיים ותחנות עבודה הגדירה מחשבים אישיים - כמחשבי 16 סיביות חסרי זכרון וירטואלי המוגבלים בנפחי אחסון. ואילו תחנות עבודה הנדסיות הוגדרו כמחשבי 32 סיביות בעלי זכרון רב ויכולת השתלבות ברשתות. אבחנה זו הולכת ומטשטשת (ראה: CARL MACHOVER 12/86 & 2/86).

לתהליכים אלו השפעה רבה על תחום התיב"מ והשימוש בו. הופעתן של תחנות העבודה ברמות השונות איפשרה למפעלים וארגונים קטנים להשתמש בהן, בעלות נמוכה ובהצדקה כלכלית גבוהה. אולם הדינמיות של ההתפתחויות הטכנולוגיות זרעה בלבול, וגרמה להווצרותם של תהליכים משובשים בקבלת החלטות להכנסת תיב"מ לשימוש בארגון.
(ראה: CARL MACHOVER 12/86 & 2/86).

1.2 מטרת המחקר

מטרת המחקר היא להציג ולנתח את אופי השימוש בתיב"מ בישראל. המחקר בא לבחון מספר השערות ודעות מקובלות לגבי אופי השימוש בתיב"מ בישראל, היקפו ודפוסי ההחלטה וההחדרה של תיב"מ לארגונים בישראל.

במהלך המחקר מוצגות מספר תאוריות מקובלות וממצאים לגבי תחומי השימוש, מימדי השימוש, מאפיינים ומרכיבים בתהליך קבלת ההחלטות ובהערכות הארגונית לקליטת טכנולוגיות התיב"מ בארגון.

במחקר זה מוצג מודל המחלק את משתמשי התיב"מ למספר רמות עומק שימוש. המחקר כולל דוח מפורט על ממצאי סקר שבוצע בקרב ארגונים ומפעלים בארץ ב-1987, ניתוח סטטיסטי של תוצאות הסקר, השוואה לסקרים ומחקרים דומים בחו"ל, ומסקנות והמלצות ברמת המפעל וברמה לאומית. שאלון המחקר הופץ בקרב כ- 1200 ארגונים, והניתוח הסטטיסי מתבסס על מדגם של 79 ארגונים המשתמשים בתיב"מ, ו 92 ארגונים שאינם משתמשים בתיב"מ.

תרומתו המדעית/אקדמית של המחקר מתבטאת בכמה רמות:

א. עצם ראשוניותו של המחקר. למחברי המחקר לא ידוע על מחקר אקדמי דומה אשר נערך בישראל. סקרים אחרים בנושאי תיב"מ נערכו בארץ למטרות מסחריות ושווקיות, וכן למטרות פנימיות בארגונים גדולים.

ב. חלק ממסקנות המחקר הן בעלות ערך מדעי בהיבט הכלכלי ובהיבטים של התנהגות ארגונים ברכישה והכנסת תיב"מ.

ג. פרק מיוחד (פרק ח') מוקדש להשוואה בין תוצאות מחקר זה לבין מחקרים דומים שנערכו בחו"ל, וחשיבותו של מחקר זה היא בהשוואה לתחום התיב"מ בחו"ל.

חשיבותו של מחקר זה הינה גם במישור הארגוני ובמישור הלאומי.
כל ארגון יוכל למצוא את מאפייניו ולנתח את נתוניו בהשוואה לממוצעים השונים ולמסקנות המתיחסות לענף, גודל הארגון, ורמת עומק השימוש בתיב"מ בארגון.
במישור הלאומי מספק מחקר זה ומסקנותיו נתונים המאפיינים את מפעלי התעשיה המשתמשים בתיב"מ על רמותיו השונות, מידת קליטתה של הטכנולוגיה, ותהליכי קבלת ההחלטות ביישום תיב"מ.

פרק ב - מהות התיב"מ ובעיות אופייניות ביישומו

2.1 מהו תיב"מ

תיב"מ הם ראשי תיבות ל - "תיכון וייצור בעזרת מחשב" ובאנגלית - CAD/CAM - Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing.

המונח מבטא את השימוש במחשב לצרכי תיכון הנדסי, ייצור תעשייתי ושיפור התפוקה. המונח תיב"מ מורכב (הן בעברית והן באנגלית), משילוב שני מונחים: תב"מ - תיכון בעזרת מחשב (CAD), ויב"מ - ייצור בעזרת מחשב (CAM). לכל אחד מן המונחים בנפרד משמעות עצמאית - האחד בתחום התיכון, ומשנהו בתחום הייצור בעזרת מחשב. אולם ההתיחסות לתיב"מ כוללת בדר"כ רמה כלשהי של שילוב ביניהם.

כשם שמחשבים בתחומים מסחריים מעבדים מידע נומרי, כך מערכות התיב"מ מאחסנות, מאחזרות, מעבדות ומציגות מידע גרפי - במהירות ובדיוק רב. בסיוע מערכות אלו ניתן לנצל טוב יותר את זמנו של המהנדס, לשפר את איכות התיכון ההנדסי, לחסוך ולנצל טוב יותר משאבי אנרגיה, חומרים וכוח-אדם מקצועי.

2.2 הטכנולוגיה

ליבה של כל מערכת תיב"מ היא תחנת העבודה הגרפית. בתחנת העבודה מפתח המתכנן את פרטי המוצר באופן אינטראקטיבי, ע"י שימוש בפקודות והצבעות. בגמר התכנון ניתן לייצר שרטוט של התכנון על גבי נייר (באמצעות תווין או מעתיק), או לשלוח את התכנון לרצפת הייצור למכונה נשלטת-מחשב אשר תייצר את החלק המתוכנן.

2.3 מרכיבי חומרה ותוכנה

מערכות תיב"מ הן מודולריות מטבען, הן במישור החומרה והן במישור התוכנה. המשתמש יכול לבחור את המערכת החישובית, את התקני התצוגה הגרפית המתאימים לדרישותיו, ואת מרכיבי התוכנה הדרושים לו. קיימים אילוצים שונים ודרישות מסוימות לגבי הממשק וההיתכנות של שילוב מרכיבים שונים של חומרה ותוכנה - אולם באופן כללי ניתן למזג מרכיבים שונים לכלל מערכת אחת. מערכות תיב"מ שלמות הנמכרות כמכלול אחד נקראות TURN-KEY SYSTEMS.

מערכת תיב"מ אופיינית תכלול:

* מעבד + זכרון ממשי ודיסק,
* מסוף גרפי או תחנת עבודה גרפית אחת לפחות,
* אמצעי קלט גרפי (כגון: מספרת(DIGITIZER), עכבר וכדומה)
* אמצעי פלט (כגון: תווין, HARDCOPY וכדומה).

2.4 יתרונות כלכליים

היתרונות הכלכליים והתרומה לתפוקה שיכולות מערכות תיב"מ לספק לארגון קשים וסבוכים למדידה וכימות אוביקטיביים, (ראה: R. L. Wysack, 1986) אולם קיימת תמורה איכותית במספר מישורים:

א. שיפור איכות השרטוט, ניהול מערכת שרטוטים ותחזוקתה.
יעילותן של מערכות התיב"מ ניכרת במיוחד כאשר קיימים סטנדרטים טכניים לשרטוט ונוהלי עבודה. השימוש בתיב"מ מחייב הגדרה מדויקת של קלט, פלט ונוהלי עבודה.

ב. הקטנת כמות השגיאות ואיתורן המוקדם.

- דיוק השרטוט בתיב"מ גדול מהדיוק הידני.
- רכיבי ספריה חוזרים אינם משורטטים מחדש.
- פעולות חצי-אוטומטיות - דוגמת טיפול חצי-אוטומטי במתן מידות.
- דיוק ואיכות מהלכי מכונה בשלב הייצור.

ג. תיכון משולב.
מסד נתונים יחיד ומרכזי המהווה חלק אינטגרלי של מערכת התיב"מ ומשמש הן כבסיס לתכנון והן לאנליזה. מסד הנתונים מגביר את כושר השילוב והתמורה מן המערכת. יתרון נוסף לתכונה זו הוא העידוד לשימוש חוזר ברכיבים ותת-מערכות שכבר תוכננו.

ד. סימולציה של תהליכים חשמליים, או של מהלכי מכונה.

ה. חסכון בזמן.
היעול והתמורה המושגים במערכות תיב"מ לעומת מערכות ידניות הם בטווחים של פי 2 עד פי 15. החסכון בזמן מושג ברמת התיכון ע"י השימוש בספריות רכיבים וסמלים סטנדרטיים, וע"י איתור מוקדם של בעיות וסטיות (ראה: E. TEICHOLZ, 1985).
חסכון ניכר מושג גם ברמת הייצור - שכן ניתן לודא מהלכי מכונה באופן גרפי ולחסוך שעות מכונה וחומרי גלם יקרים בטרם הוחל בייצור סדרתי.

ו. הכשרה והדרכה מסודרת בסיוע מחשב.

ז. שיפורים ניהוליים.
מערכות תיב"מ מתאפיינות בשליטתן בזרימת המידע, ועקב כך מתאפשר פיקוח הדוק יותר על עלויות, אבטחת המידע ותחזוקת הנתונים.

2.5 התפתחות טכנולוגית התיב"מ

יסודותיו הראשונים והאיתנים של התיב"מ מונחים בתעשית המטוסים. לוקהיד, מקדונאל-דוגלס, בואינג, דאסו והתעשיה האוירית הישראלית הם מחלוצי השימוש בתיב"מ, ועוסקים בו הן כמפתחים והן כמשתמשים כבר למעלה מ- 15 שנים. בשנים הראשונות פותחו המערכות על מחשבים גדולים וביצועיהם היו מוגבלים. ריכוז המאמץ העיקרי היה בתחום התיכון - CAD - וזאת משתי סבות:

א. התיכון נראה בעייתי יותר.

ב. פתרון בעיות הייצור בעזרת מחשב הוא שלב מתקדם ומסובך יותר מפתרון בעיות הנדסיות ובסיסי נתונים.

עד לתחילת שנות ה- 80, השתמשו במערכות תיב"מ רק ארגונים ומפעלים גדולים מאד, במיוחד בענפי התעופה, תעשית המכוניות ומפעלי אלקטרוניקה גדולים. הסיבה העיקרית נעוצה בעובדה שמערכות התיב"מ היו מבוססות מחשבים גדולים ותמכו במספר קטן של תחנות עבודה, כך שעלות "כסא" הגיעה לכ- 150 אלף דולר ואף יותר, ורק ארגונים ומפעלים גדולים יכלו למצוא הצדקה כלכלית להשקעה כזו. (המונח "כסא" מוגדר - כעלות הכוללת של המערכת ובכלל זה הוצאות התקנתה והכנסתה לארגון מחולק במספר תחנות העבודה הפעילות). בשלהי שנת 1985 היו בעולם למעלה מ- 20,000 מערכות תיב"מ גדולות ולהן כ- 80,000 תחנות עבודה. מבחן הכדאיות הכלכלית של מערכת בסדר גודל כזה מחייב מחזור שנתי של בין 50 ל- 100 מליון דולר! (ראה:E.TEICHOLZ- 1985, C. MACHOVER- 2/86).

מן המחצית השניה של שנות ה- 80, במיוחד עם התרחבות השימוש ב-PCs ובתחנות עבודה, נפוץ השימוש בתיב"מ גם במפעלים בינוניים וקטנים לישומים שונים ברמות שונות של השפעה ומעורבות. מערכות אלו נמכרות בעלויות של בין 15-30 אלף דולר ל"כסא".

מספר המסופים הגרפיים שהיו בשימוש בשנת 1964 היה כ- 100. ב- 1977 כבר היו כ- 50,000 מסופים גרפיים מותקנים, ומספרם בשנת 1985 היה קרוב ל- 9 מליון (כולל מחשבי PC בעלי יכולת גרפית).

בישראל נחשבת התעשיה האוירית לחלוצת השימוש בתיב"מ. בשנת 1974 ערכה חטיבת ההנדסה בתעשיה האוירית בדיקת היתכנות, שבמרכזה עמדה השאלה האם לישם תיב"מ אינטגרטיבי, ואם כן, באילו תחומים. בדיקה נוספת התמקדה בשאלה האם לרכוש טכנולוגיה מוכנה או לפתח תוכנת תיב"מ בתעשיה האוירית. (DROR, B., 1974).

בשנות השבעים השתמשו בתיב"מ בישראל רק ארגונים מעטים, תוך שימוש במחשבים גדולים. ארגונים אלו עסקו בעיקר בפיתוח עצמי של תוכנות גרפיקה ותב"מ לתחום המכני ולהנדסה אזרחית. כמו כן נעשה שימוש מצומצם בתיב"מ בתחום האלקטרוניקה (תדיראן, משהב"ט) ושרטוט מפות.

בשנת 1979 הוקם באוניברסיטת באר-שבע, ביוזמתם של מספר פעילים מבאר-שבע, תעש"א ורפאל, האיגוד הישראלי לתיכון וייצור בעזרת מחשב (איתי"ם).

הקמת האיגוד, ועריכת כנס שנתי המלווה בתערוכה גדולה של ציוד גרפי, מערכות תיב"מ ורובוטיקה, גרמה להעלאת רמת המודעות בקרב המשתמשים הן בתחום התיכון, והן בתחום הייצור. כמו כן גברה התחרות בין המשווקים השונים על מילוי דרישות המתמשים.

כיום מיוצגות בישראל מרבית החברות האמריקאיות המשווקות מערכות תיב"מ או מסופים ותחנות עבודה הנדסיות, עובדה היוצרת תחרות חריפה ומודעות גבוהה מאד.

2.6 תחומי שימוש בתיב"מ ומושגים מקובלים

בין התחומים האופייניים בהם נעשה שימוש בתיב"מ נמצאים:

* תיכון הנדסי (בשטחי החשמל, אלקטרוניקה, מכניקה ומתכת, עבוד שבבי, ארכיטקטורה (AEC), תכנון צורת (P&ID), תכנון מפעלים, ועוד).
* אופטימיזציה של תיכון הנדסי (אנליזות וסימולציות).
* שליטה ובקרה על תהליכים ומכונות.
* סימולציה של תהליכים ומהלכי מכונה.
* עריכת מעגלים (אלקטרוניקה).
* ייצוג מוצקים (SOLID MODELING).
* מיפוי, קרטוגרפיה ותכנון אורבני.

המושגים CAD, CADD, CAM, CAE ו-CIM משמשים כיום במקביל כדי לתאר מערכות שרטוט, תיכון, הנדסה וייצור בעזרת מחשב.

להלן באור ראשי התיבות:

CAD - Computer Aided Design
CAM - Computer Aided Manufacturing
CAE - Computer Aided Engineering
CIM - Computer Integrated Manufacturing
CADD - Computer Aided Design & Drafting

בתרשים 2.1 מתואר מרחב הישומים והשימושים בתיב"מ, והאינטגרציה של פונקציות התיכון, השרטוט, ההנדסה והייצור.

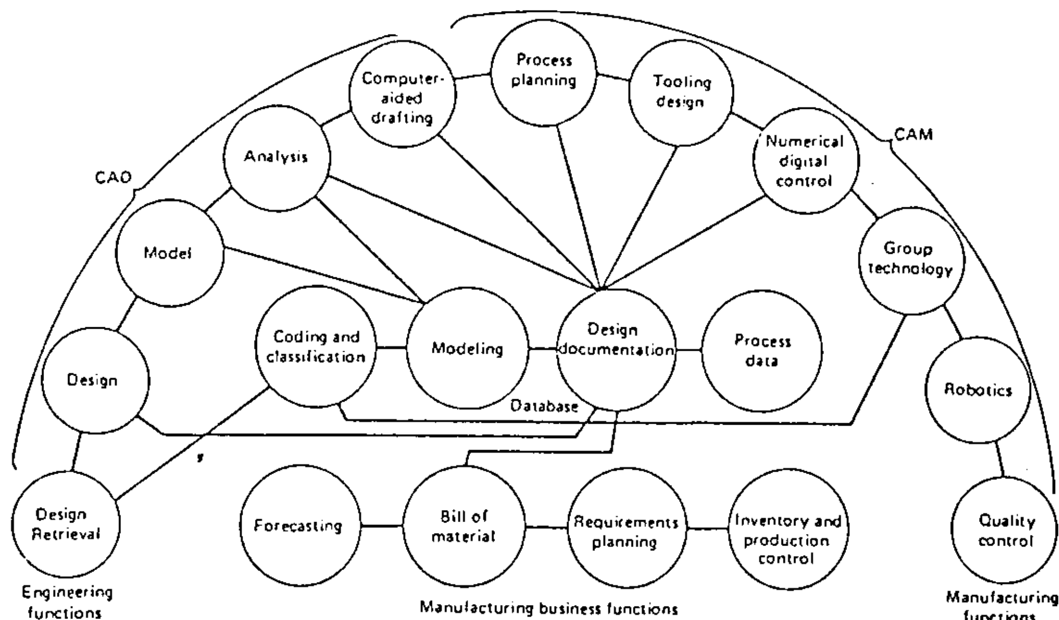


Figure 2.13 Integrated engineering manufacturing system. (Adapted from Control Data Corp. data.)

תרשים 2.1 - מרחב היישומים והשימושים בתיב"מ
(המקור: CAD/CAM HANDBOOK, 1985)

2.7 מיקומו והשפעתו של התיב"מ על הארגון

התיב"מ במפעל מודרני מהווה כלי תכנון ואמצעי ייצור. המעבר משיטות עבודה סטנדרטיות לשימוש בתיב"מ **בפעם הראשונה** הוא מהפך משמעותי ביותר - להנהלה, לעובדים ולארגון כולו - וקשה לאמוד ולהעריך את תגובת העובדים והארגון כולו לשינוי (ראה: DARATECH, 1984).
משך תהליך ההכרות הראשונית עם המערכת הפוטנציאלית, נבנות ציפיות רבות באשר לקיצור זמני התכנון והייצור, ובאשר לשיפור ביכולת המקצועית ובאיכות המוצר. כאשר מתוכנן שינוי ארגוני כזה, נשאלות שאלות רבות - הן אנושיות והן פסיכולוגיות - ובהן:

- האם יש צורך להעזר בשירותי יועץ/מומחה ארגוני או תיב"מי?
- מי צריך להיות הגורם האחראי לתהליך הבחירה?
  לתהליך הקליטה וההטמעה של המערכת בארגון?
  לניהול ולתפקוד השוטף של המערכת בארגון?
- מהו משך הזמן הדרוש להדרכת עובדים?
- מהי מידת המעורבות והפיקוח הנדרשים מצד ההנהלה?

הנהלה המתכננת הכנסת תיב"מ לארגון אינה יכולה להתעלם משאלות בנושא הארגוני ובנושא המקצועי, והערכות נכונה מהווה מרכיב חיוני וקריטי בהצלחת השינוי.

ששת החודשים הראשונים להתקנת המערכת והרצתה הם קריטיים ביותר להצלחת השימוש בה. (ראה: DARATECH, 1984).

פרק ג - מבנה ומהלך המחקר

3.1 תאור הסקר

הממצאים שיתוארו בהמשך מבוססים על סקר שנערך באמצעות שאלון. השאלון הופץ בחודשים אוגוסט-ספטמבר 1987, והתשובות התקבלו משך החודשים אוקטובר 1987 - פברואר 1988. בשאלון 47 שאלות והוא הופץ בין מפעלים, ארגונים ומוסדות מענפים שונים ללא בדיקה מוקדמת אם הם משתמשים בתיב"מ.

המטרה העיקרית בהפצת השאלון גם למי שאינם משתמשים בתיב"מ היתה לסקור את המצב בתחום זה בכל ענפי התעשיה והמוסדות, וכן לקבל אינדיקציה לגבי כוונות יישום תיב"מ בעתיד.

3.2 מבנה השאלון

עמודו הראשון של השאלון מכיל, כאמור, פרטים כלליים על הארגון ושלוש שאלות המיועדות לארגון שאינו משתמש בתיב"מ.

הארגונים אשר אינם משתמשים בתיב"מ התבקשו לענות על 3 שאלות:

1. האם יש כוונה ליישם תיב"מ בארגון?
2. האם כבר נבדקה ישימותה של מערכת תיב"מ בארגון?
3. מהו היקף ההשקעה אותה מתכוונים להשקיע בתיב"מ?

חלקו השני של השאלון נחלק למספר תחומים:

א. פרטים הנוגעים למהות השימוש בתיב"מ בארגון.
ב. נתוני כמות ועלות.
ג. פרטים איכותיים המתארים את תהליך הבחירה וההחדרה של תיב"מ לארגון.
ד. פרטים לגבי התרחבות עתידית נדרשת והמועד הצפוי להרחבה זו.

3.3 המדגם - גודלו ומבנהו

המדגם אליו נשלח השאלון אינו מקרי, וכלל את האוכלוסיה הרחבה ביותר אליה ניתן לפנות, במגוון רחב של סקטורים, וגדלים שונים של ארגונים.

המקורות לקביעת אוכלוסית היעד במשלוח השאלונים כללו:

* התאחדות התעשיינים באמצעות חטיבת האלקטרוניקה והתוכנה, ספקה את רשימות כל חברי ההתאחדות, ולאחר מיון, נשלחו השאלונים אל כ - 70% מהם.
* אגוד התעשיה הקיבוצית אשר לכל חבריו נשלח שאלון.
* רשימת משרדי הממשלה ורשימת כל החברות הממשלתיות.
* הפצה בין מפעלי כור.
* רשימת חברי איתים - (האיגוד הישראלי לתיב"מ).
* רשימות של לקוחות אשר סופקו ע"י מספר ספקי מערכות תיב"מ, ובהם: סימטרון, מקיט, איסטרוניקס, דיגיטל, יבמ ו- CDC.
* רשימות אישיות של מפעלים וגופים שונים המשתמשים בתיב"מ.

השאלון הופץ בדואר ל- 1150 ארגונים, ובאופן אישי ל- 30 ארגונים, ובפועל השיבו 171 ארגונים.

3.4 התפלגות כללית של נתוני המדגם

אוכלוסית המדגם כללה 171 תשובות ובהם:

79 ארגונים המשתמשים בתיב"מ שהם 46% מן המשיבים.

92 ארגונים שאינם משתמשים בתיב"מ שהם 54% מן המשיבים.

חשוב להדגיש כי למרות היחס הכמעט שווה בין כמות המשיבים משתמשי התיב"מ לבין המשיבים שאינם משתמשים, אין ביחס זה כדי להצביע על היחס הכולל באוכלוסיה בין משתמשים לשאינם משתמשים, ובודאי לא על היחס בתוך כל ענף וענף. התיחסות לענפים השונים ועומק השימוש בתיב"מ בהם כלולה בפרקים הבאים בעבודה זו.

בין נתוני המדגם קיים מפעל תעשייתי גדול מאוד, המשתמש בתיב"מ, ואשר נתוניו במספר שאלות, היטו בצורה משמעותית את תוצאות הניתוח הסטטיסטי. למרות עובדה זו, החלטנו להשאירו במסגרת מחקר זה, ולציין אותם מקרים בהם השפעת נתוניו היתה משמעותית, שכן לא ניתן לדון ולחקור את מצב התיב"מ בישראל תוך התעלמות ממפעל זה. כמו כן הסתבר, שהטיית התוצאות נוגעת בדרך כלל לנתוני היקף ועלות, ואילו בשאלות אחרות הנוגעות לתהליך קבלת ההחלטות, ולשביעות הרצון, אין גודל המפעל והיקפו מהוים גורם מטה לכוון זה או אחר.

3.4.1 חלוקה ענפית

לצורך ניתוח סטטיסטי של החלוקה הענפית קובצו 16 הענפים השונים אשר הוגדרו בשאלון ל - 7 ענפים, עפי הפרוט כדלקמן:

ענף התעופה (6 משיבים) - נשאר כענף עצמאי על אף מספרם הקטן של המפעלים (בעיקר בשל חשיבותו וראשוניותו ביישום תיב"מ, והיקפו הכלכלי של הענף).

ענפי החשמל, האלקטרוניקה ו- HIGHTECH (28 משיבים) - אוחדו לענף אחד, כשאוכלוסיתו העיקרית היא אלקטרוניקה ו- HIGHTECH. ענף זה ייקרא לאורך העבודה כולה - אלקטרוניקה.

ענף המתכת (44 משיבים) - סווג כענף עצמאי.

ממשלה וצבא (13 משיבים) - גופי הממשלה, הרשויות והצבא אוחדו לענף אחד.

ענף הבנין והארכיטקטורה (16 משיבים) - סווג כענף עצמאי.

ענף הפלסטיק והגומי (23 משיבים) - סווג כענף עצמאי.

כל שאר הענפים (מזון, כימיה, רהיטים, טקסטיל, נייר, אופטיקה, עיצוב ודפוס) (41 משיבים) - סווגו כענף - **"שאר הענפים"**.

אם נבחן את החלוקה הענפית של המשיבים לפי חתך של משיבים המשתמשים בתיב"מ ומשיבים שאינם משתמשים עדיין בתיב"מ, נמצא את היחסים הבאים, כפי שמשתקפים בטבלה 3.1 ובתרשים 3.1.

<u>טבלה 3.1 - התפלגות ענפית של אוכלוסית המדגם על פי חלוקה של שימוש בתיב"מ</u>

סה"כ	גומי ופלסט.	בנין וארכיט.	ממשלה וצבא	מתכת	חשמל ואלקט.	תעופה	שאר ענפים	CAD CAM
92 100%	18 19.6%	2 2.2%	6 6.5%	23 25.0%	7 7.6%	2 2.2%	34 36.9%	Without CAD/CAM
79 100%	5 6.3%	14 17.7%	7 8.9%	21 26.6%	21 26.6%	4 5.1%	7 8.8%	With CAD/CAM
171 100%	23 13.5%	16 9.4%	13 7.6%	44 25.7%	28 16.4%	6 3.5%	41 24.0%	מס. מוחלטים אחוזים

מטבלה ותרשים 3.1 עולה כי רוב משתתפי הסקר הם מענפי האלקטרוניקה, המתכת וענף הבנין והארכיטקטורה. כצפוי אלו הם הענפים המסורתיים והותיקים בשימוש בתיב"מ, ואולם אין להסיק מתוך היחסים בטבלה זו לגבי אחוז הארגונים בכל ענף המשתמשים בתיב"מ, אלא רק לגבי המגמות בכל ענף.

<u>טבלה 3.2 - ריכוז נתונים סטטיסטיים על התפלגות המחזור הכספי השנתי</u>

משתנה סטטיסטי	מחזור שנתי (במליוני דולרים) כל המדגם	משתמשי ת ב"מ בלבד	
ממוצע	29	60	(*)
סטית תקן	38	163	(*)
חציון	20	6	
שכיח	5	1.5	

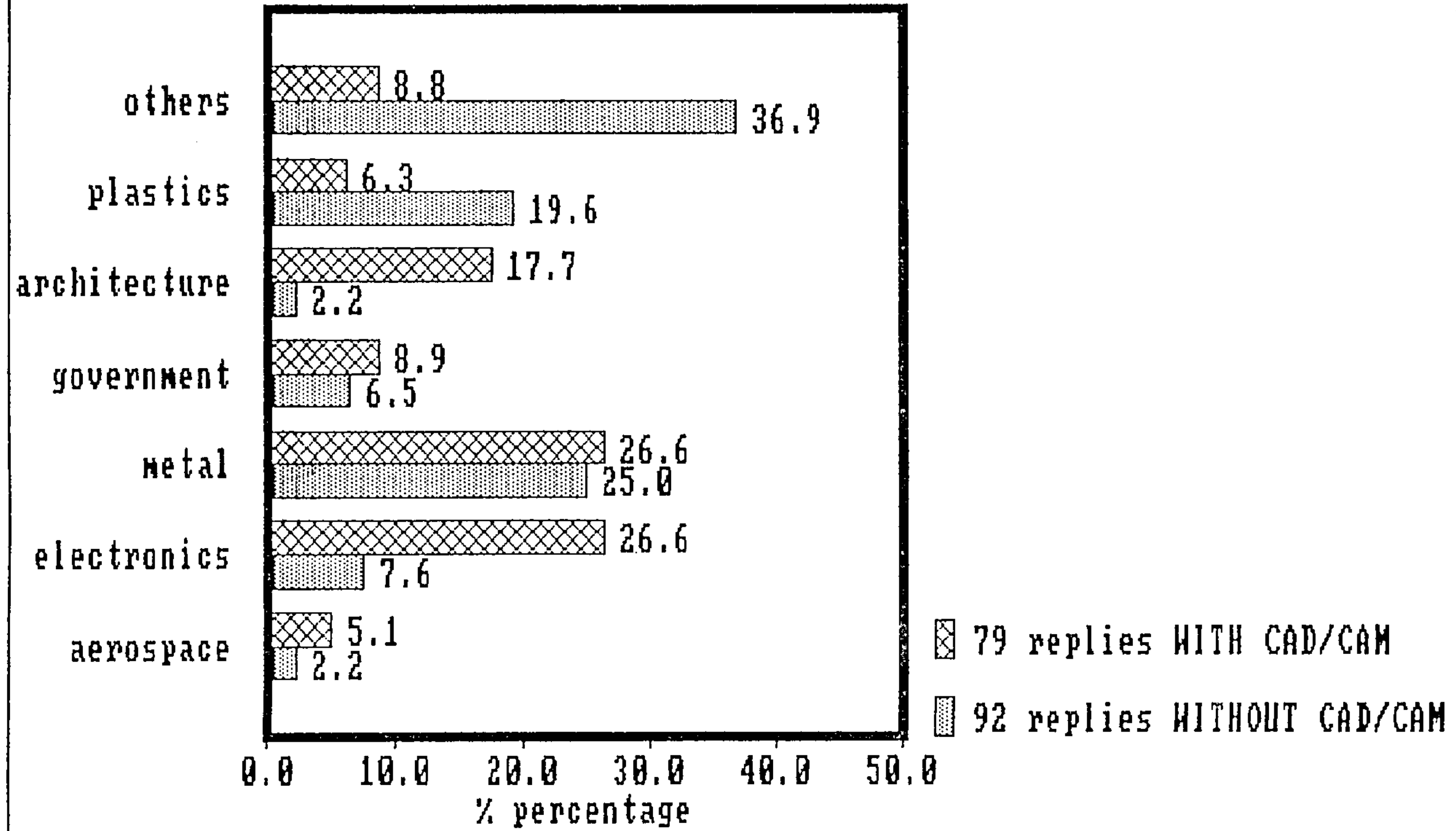
(*) הערה: ללא נתוני המפעל התעשייתי הגדול, ממוצע המחזור הכספי השנתי בקרב המפעלים המשתמשים בתיב"מ הוא 41 מליון דולר וסטית התקן היא 97 מליון דולר.

המסקנה העיקרית העולה מניתוח הנתונים בטבלה 3.2 היא כי המחזור הכספי השנתי הממוצע של המפעלים משתמשי התיב"מ הוא אמנם גבוה יותר מממוצע כלל המפעלים, אולם סטית התקן הגבוהה מצביעה על פיזור גדול מאד ולמעשה להבדל בין הממוצעים אין כל משמעות סטטיסטית.

מבחן T מראה כי ממוצע המחזור הכספי השנתי בין אוכלוסית המפעלים המשתמשים ושאינם משתמשים בתיב"מ אינו שונה באופן מובהק.

<u>3.4.2 התפלגות אוכלוסית המדגם בין התעשיה הקיבוצית והכללית</u>

טבלה 3.3 להלן מציגה את התפלגות אוכלוסית המדגם לפי השתייכות לתעשיה הקיבוצית והלא קיבוצית. כשליש ממפעלי התעשיה הקיבוצית השיבו לסקר, ומתוכם 30% הם מפעלי גומי ופלסטיק.


Graph 3.1: SAMPLE DISTRIBUTION by SECTORS
others
plastics
architecture
government
metal
electronics
aerospace
8.8
36.9
6.3
19.6
17.7
2.2
8.9
6.5
26.6
25.0
26.6
7.6
5.1
2.2
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
% percentage
79 replies WITH CAD/CAM
92 replies WITHOUT CAD/CAM

53% מן המפעלים המשתמשים בתיב"מ בתעשייה הקיבוצית שייכים לענף המתכת. כ-שליש מן המפעלים אשר אינם משתמשים בתיב"מ בתעשיה הקיבוצית הם מפעלי גומי ופלסטיק.

הניתוח מפרט את התפלגות כלל האוכלוסיה, ואת ההתפלגות בין משתמשי תיב"מ לשאינם משתמשים.

<u>טבלה 3.3 - התפלגות אוכלוסית המדגם לפי השתייכותה לתעשיה הקיבוצית</u>

	לא קיבוץ	קיבוץ	סה"כ
אין שימוש בתיב"מ	41	51	92
	24.0%	29.8%	53.8%
נעשה שימוש בתיב"מ	64	15	79
	37.4%	8.8%	46.2%
ס ה " כ	105	66	171
	61.4%	38.6%	100.0%

מבחינת הנתונים בטבלה 3.3 מתבררות מספר מסקנות:

1. קיימת תלות בין השתייכות המפעל לקבוץ לבין השימוש בתיב"מ.

2. תלות זו הינה <u>שלילית</u>, כלומר, כמות המפעלים בתעשיה הקיבוצית המשתמשים בתיב"מ קטנה בהרבה מן היחס של שימוש בתיב"מ בכלל האוכלוסיה הנדגמת.

4. מבט קצר על הנתונים מורה כי היחס בין מפעלים קיבוציים לשאינם קיבוציים בין משתמשי התיב"מ הוא כמעט 20%-80%, בעוד שהיחס הכולל באוכלוסיה הנבדקת הוא 39%-61%.

במחקר שנערך במכון לחקר ולימוד הקיבוץ והרעיון השיתופי באוניברסיטת חיפה (ראה: שמעון שור ודוד מיטלברג, 1986), נמצא כי ב- 94% מן הקיבוצים אשר ענו לסקר (196 קיבוצים השיבו), קיימת רמה כלשהי של מיחשוב, ובסה"כ מעריכים עורכי המחקר, כי רק ל- 15% מן הקיבוצים אין כל מיחשוב. עוד מצאו עורכי המחקר כי **"דפוס תפוצת המיחשוב בקיבוצים דומה מבחינה מסוימת לדפוס התפוצה של התיעוש בקיבוצים".**

לאור ממצאים אלו ניתן היה להניח כי השימוש בתיב"מ בקיבוצים ימצא דומה בתפוצתו לתפוצת המיחשוב והתיעוש. אולם ממצאי המחקר (שור ומיטלברג, 1986) מראים כי בקרב מפעלי התעשיה הקיבוצית נמצא שימוש בפועל בשרטוט בעזרת מחשב או בתיכון מוצרים באמצעות מחשב **רק ב- 8%-9% מן המפעלים** ועוד 22% המתכננים שימוש כזה.
לעומת זאת, הייצור בעזרת מחשב ובמיוחד השימוש ברובוטים - מגיע לכ- 17%.

תוצאה זו (8%-9%) שנמצאה במחקרם של שור ומיטלברג, מזדהה עם ממצאי מחקר זה - 8.8% (ראה טבלה 3.3 לעיל), ומאשרת את הממצאים כי רמת השימוש בתיב"מ לשרטוט ותיכון במפעלי התעשיה הקיבוצית נופלת מן הרמה בכלל התעשיה הישראלית.
מן הראוי לסייג מסקנה זו לגבי תחום השימוש במחשב לייצור - שכן נמצא במחקרם של שור ומיטלברג, כי כ- 17% ממפעלי התעשיה הקיבוצית משתמשים ברובוטים.

3.4.3 מסקנות מניתוח כלל המדגם

פרק זה התמקד בתאור המדגם ומהלך הסקר, ובניתוח התפלגותם הכללית של נתוני המדגם כולו - הן משתמשי התיב"מ והן הארגונים שאינם משתמשים בתיב"מ. הניתוח התרכז בנתונים הכללים של המפעלים - ענפים, מחזור, מספר עובדים ומהנדסים, השתייכות למפעלי התעשיה הקיבוצית. כמו כן עסק הפרק בניתוח נתוני הכוונה ליישם תיב"מ באותם ארגונים שאין בהם כיום שימוש בתיב"מ.

המסקנות העיקריות מפרק זה הן:

1. המפעלים המשתמשים בתיב"מ לעומת המפעלים שאינם משתמשים בתיב"מ אינם נבדלים באופן מובהק בממוצע מספר העובדים, המהנדסים או מחזורם השנתי.
2. קיימת תלות **שלילית** בין השתייכותו של מפעל לתעשיה הקיבוצית לבין השימוש בתיב"מ.
   היקף השימוש בתיב"מ בתעשיה הקיבוצית נמוך בהרבה מהיקף השימוש בתיב"מ בכלל האוכלוסיה הנבדקת. היחס בקיבוצים הוא - 20:80, בעוד היחס בכלל המדגם הוא - 39:61.

3. 50% מן המפעלים אשר אינם משתמשים בתיב"מ וענו לסקר - הצהירו על כוונה ליישם תיב"מ. 39% מן המפעלים אשר אינם משתמשים בתיב"מ בחנו את ישימותו.

4. מרבית הנסקרים אשר מתכוונים ליישם תיב"מ(75% מהם), נכונים להשקיע לא יותר מ- 50,000 דולר ביישום התיב"מ בארגון.

מן הראוי להדגיש שהמסקנות שלהלן מתייחסות אך ורק לאוכלוסית המדגם ואין אפשרות להכלילן לכלל התעשיה בישראל. מאידך אין סיבה להניח שהן אינן משקפות מצב קיים בתעשיה הישראלית.

פרק ד - מודל עומק השימוש בתיב"מ

4.1 עומק השימוש בתיב"מ בארגון

מודל עומק השימוש בתיב"מ משמש מדד למידת המעורבות והחשיבות שמייחס ארגון לשימוש בתיב"מ בתהליכי התיכון ו/או הייצור. בהמשך ינותחו ויאופינו הגורמים הדומיננטיים ותימדד מידת שביעות הרצון והתועלת המופקת ע"י הארגון מהשימוש בתיב"מ.

עומק השימוש בתיב"מ מוגדר ב- 3 רמות. אין קשר הירככי בין הרמות, ואין בקביעת הרמה משום "ציון" לארגון כי אם הגדרה בדידה של 3 רמות שונות.

רמה 1 -
שימוש בתיב"מ, או מרכיב של תיב"מ, ככלי עזר טכנולוגי.
הכוונה היא בעיקר לאותם ארגונים המשתמשים במרכיבים בסיסיים כגון שרטוט, ואשר משתמשים בתיב"מ ככלי טכנולוגי מתקדם להפקת שרטוטים, כשם שארגון אחר משתמש במעבד תמלילים.
ברמה זו נעשה בעיקר שימוש בשב"מ (שרטוט בעזרת מחשב).

רמה 2 -
ניצול מלא או חלקי של התיב"מ בתהליך התכנון, וביסוס התהליכים והנהלים לתכנון על מערכת התיב"מ. ארגון המוגדר ברמה זו אינו משתמש במערכת לצורך ייצור או תכנון הייצור.
רמה זו מגדירה למעשה תב"מ (תיכון בעזרת מחשב - CAD), או הב"מ (הנדסה בעזרת מחשב - CAE), או תיכון ושרטוט בעזרת מחשב - CADD).

רמה 3 -
אינטגרציה מלאה של מערכת או מערכות התיב"מ בכל תהליכי התיכון והייצור בארגון.
אינטגרציה מלאה מוגדרת הן כתיב"מ (CAD/CAM), והן כ- CIM - (Computer Integrated Manufacturing), אולם יש לזכור כי המושג CIM משלב בתוכו גם את ניהול הייצור - תחום החורג ממסגרת מחקר זה.

4.2 הגורמים המגדירים את עומק השימוש בתיב"מ

בסעיף זה יתוארו הפרמטרים המגדירים כל רמה של **עומק השימוש בתיב"מ**, ובמהלך ניתוח תוצאות המחקר, יאופיינו הארגונים/מפעלים בכל רמה, הן במישור של קבלת ההחלטות ומשך התהליך, והן במישור של שביעות הרצון ועמידה בציפיות.

לצורך סווגו של ארגון **ברמה 3** - אינטגרציה מלאה - נדרשים להתקיים חלק ניכר מהפרמטרים הבאים:
- תחום שימוש בתיב"מ - אחד לפחות (מבלי לכלול גרפיקה)
- אופי שימוש בתיב"מ - כולל לפחות מרכיב תכנון ומרכיב ייצור.
- מספר תחנות עבודה גדול מ- 1.
- מספר משתמשים גדול מ- 1.
- מספר שעות התעסוקה של תחנה ביום הוא גבוה (מעל ל- 6 שעות).
- אחוז השימוש במחשב לצרכי תיב"מ בארגון הוא למעלה מ- 80% מכלל השימוש במחשב (ובפרט אם זהו מחשב ייעודי לתיב"מ).
- פותחו ע"י הארגון יישומים יחודיים, לפחות במידה מועטה.
- קיים שילוב בין מערכות התיכון והייצור בארגון, ובמידה וקיימת יותר ממערכת תיב"מ אחת בארגון - קיים שיתוף מידע ביניהן.
- הוגדרה בארגון תכנית אב לתיב"מ, בוצע סקר דרישות והוגדר מפרט.

יש להדגיש כי שילובן של פונקציות התיכון (CAD) ופונקציות הייצור (CAM) בארגון מהווה (עפ"י P.S. ADLER & D.A. HELLELOID, 1987) את רמת התפקוד המתקדמת ביותר כיום בניהול מפעל יצרני. רמה זו מוגדרת כתהליך הירכי הכולל:

1. העברת נתונים ישירה בין מסדי הנתונים של התיכון (CAD - Data Base) לסביבת הייצור.
2. הכללת כללים, קריטריונים ומודלים לתכנון תהליך הייצור במסד נתוני התיכון ובכך מובטחת אמינות ומהימנות המידע המועבר לייצור.
3. הכללת תהליך של תכנון ייצור אוטומטי במסד נתוני התיכון, ובכך להרחיב את יכולת המתכננים להתחשב בתהליכי הייצור.
4. הכללת ידע לאיתור שגיאות כך שתקלות וארועים בתהליך הייצור יזוהו אוטומטית, ויתוקנו או יסוכלו.

לפי ADLER ו- HELLELOID מעטים מאד הארגונים אשר הגיעו מעבר לשלב (3), ומרבית התעשיות המיישמות תיב"מ ברמת עומק שימוש 3, היא רמת האינטגרציה המלאה, מתחבטות עדיין בשלבים (1) ו- (2), כשהבעיות המרכזיות אינן קשורות לקשר שבין CAD ו- CAM, אלא טמונות בשינוי ובהשפעה על המבנה הארגוני.

לצורך סווגו של ארגון **ברמה 2** - ניצול מלא או חלקי בתהליך התכנון יעדרו מרמה 3 מרכיבי האינטגרציה:

- לא נדרש מרכיב ייצור באופי השימוש.
- לא נדרש פיתוח עצמי.
- תכנית אב ליישום תיב"מ אינה נדרשת, אם כי היא רצויה אם יש בדעת הארגון להגיע לאינטגרציה מלאה.
- מספר עמדות, ומספר משתמשים יכול להיות גם 1.
- שעות תעסוקת תחנה ואחוז השימוש במחשב לצרכי תיב"מ יכול להיות נמוך יותר.

לצורך סווגו של ארגון **ברמה 1** - שימוש בתיב"מ ככלי עזר טכנולוגי - נדרשים הפרמטרים הבאים:

- אופי שימוש - שרטוט 2D או 3D.
- כל כמות של תחנות, משתמשים ואחוז שימוש.
- אין כל דרישה לגבי תכנית אב, סקר דרישות או מפרט דרישות.

בהמשך יסווגו הארגונים שנסקרו על פי **רמת עומק השימוש** שלהם **בתיב"מ**, וייבחנו הפרמטרים המאפיינים כל קבוצה וקבוצה במונחים של היקף ההשקעה, מספר שנות שימוש, מספר משתמשים והיקף שימוש, שביעות רצון, עמידה בציפיות ודרישות ההתרחבות.

4.3 <u>מרכיבי תהליך קבלת ההחלטות המאפיינים כל רמה **בעומק השימוש בתיב"מ**</u>.

לאור מאמרים וספרים שונים (ראה: CARL MACHOVER, 1985 & 1986; E. TEICHOLZ, 1985; A.I. RABISTEIN, 1983; R.C. HORN, 1980), אשר נכתבו על יישום תיב"מ בארגון, ועל בעיות היסוד בהכנסת תיב"מ לארגון, ניתן לאמר כי תהליך קבלת ההחלטות הוא מהותי וקריטי בהצלחת השימוש בתיב"מ ובהטמעתו כחלק מן המבנה הארגוני של המפעל.

הפרמטרים בתהליך קבלת ההחלטות, מידת מעורבותה של ההנהלה, ועוצמת השינוי הנדרש במבנה הארגוני שונים מרמת עומק אחת לשניה.

ככלל, מעורבותה של ההנהלה בנושא התפתחות התיב"מ בארגון דרושה בעיקר מנקודת מבט אסטרטגית, שכן השימוש בתיב"מ בארגון יצרני הוא בעל השלכות ומשמעויות אסטרטגיות רבות.

* השקעה בתיב"מ (ברמות 2 ו-3 של **עומק השימוש בתיב"מ**), היא השקעה משמעותית הן מבחינת ההוצאה ומימונה, והן מבחינת הצגתה כנכס של הארגון במאזן.

* חברות לא מעטות הצליחו להפוך את יכולת התיב"מ בארגון ליתרון מסחרי חשוב, על ידי תכנון מדוקדק ומפורט בתכנית-אב למספר שנים.

ההצלחה הטכנית והכלכלית של יישום טכנולוגית תיב"מ בארגון תלויה (ראה: A.I. RAIBSTEIN, 1983) בעיקר בפרמטרים הבאים:

* תכנון ארוך טווח של יעדי הארגון.

* אופי הפעילות ההנדסית/תכנונית בארגון.

* אופי המערכת הממוחשבת.

* ניהול שלב ההערכות וההחדרה של תיב"מ בארגון.

רוב החומר והנסיון המתועד נוגע לאינטגרציה מלאה (CIM) ולמפעל העתידי, ומנסה להגדיר את הדרישות והבעיות המתעוררות עם כניסתו של מפעל לתיב"מ ולניב"מ מלא, ומהן הסבות שכה מעטים עד כה הצליחו ליישם תהליכים אלו במלואם וראו ברכה (ורווח) בעמלם.

משך השנים האחרונות נוצר רושם שמיצוי מלא של טכנולוגית התיב"מ בארגון יתכן רק באינטגרציה מלאה (רמה 3). ייתכן שרושם זה נוצר בשל נסיונם של ארגונים גדולים מאד, אשר משתמשים בגרפיקה ממוחשבת ותיב"מ מאז ימיה הראשונים, או ע"י הפרסום הרב של יצרני מערכות הגרפיקה והתיב"מ בשל רצונם להגדיל את היקף מכירותיהם, והתחרות הרבה בשוק זה.

לדעת מחברי מחקר זה, כל רמה של שימוש בתיב"מ נמדדת על פי צרכי הארגון. נתיב היישום של תיב"מ בארגון הוא אבולוציוני ולא רבולוציוני. לפיכך כדאי לבחון את המטרות שמציב כל ארגון לעצמו בשימוש בתיב"מ, מהי התמורה שצופה הארגון להשקעתו ומהי מידת מעורבותו של כלל הארגון בתיב"מ.

<u>**הגדרת עומק השימוש בתיב"מ** באה לייצג רמות שונות, לגיטימיות, של שימוש בטכנולוגיה המוצעת בשוק, ומתקדמת בקצב מהיר ביותר. כל ארגון צריך לסווג עצמו מראש לרמה הרצויה והמתאימה לו.
על סמך החלטה יסודית זו יש לבחון את מרכיבי תהליך קבלת ההחלטות, ואת מידת שביעות הרצון של הארגון מהישגיו.</u>

טבעי וברור שארגון יכול להעמיק ברמת השימוש בתיב"מ ולעבור מרמה 1 לרמה 2 ואח"כ לרמה 3, ואולם אין השארות ברמה 1 או 2 כדי להצביע על אי מיצוי יכולתו, או על תהליך פגום של הכנסת תיב"מ לארגון.

הסיבה העיקרית שבגללה אין אנו רואים מעבר של ארגונים רבים מרמה 2 (תיכון) לרמה 3 (CIM) היא הפחד מפני שינוי והפרעה בתהליכי העבודה המוכרים בארגון. (ראה:D. Rettberg & M. Belland, 1985) Rettberg & Belland מסבירים כי החשש מן השינוי הנדרש גדול. למרות היתרונות העצומים הטמונים ב CIM, בהם: שיפור איכות המוצר, קיצור משך התכנון והייצור, ויתרון תחרותי בשוק - מעדיפים ארגונים רבים להשאר ברמת התיכון (היא רמה 2 על פי הגדרת עבודה זו). ארגונים אחרים פונים ליישום CIM ללא קו מנחה ותכנון מוקדם ועקב כך נכשלים. דוגמאות אלו מגבירות את החשש.

מסקנתם: נדרש לימוד מעמיק והכרת נושא ה- CIM, ותכנון מוקדם של תהליך הכנסתו לארגון.

פרק ה - ניתוח חד-מימדי של ממצאי הסקר

מטרת פרק זה היא לאפיין ולנתח כל גורם באופן בדיד מבלי לתהות מהי השפעתו על גורמים או החלטות אחרות. כמו כן משמש פרק זה מעין "צילום מצב" לגבי השימוש בתיב"מ בישראל.

5.1 חלוקה ענפית של משתמשי תיב"מ.

בחלוקה הבסיסית של השאלון סווגו המפעלים לפי 16 ענפים (כפי שהוגדר בפרק ג'). על סמך תוצאות הסקר, ועל מנת שמצד אחד תשמר חלוקה פונקציונלית של ענפים לגבי אופי שימוש בתיב"מ, ומן הצד השני יכלול כל ענף כמות מספקת של נדגמים - אוחדו מספר ענפים והוגדרו 6 ענפים וענף נוסף הנקרא "שאר הענפים".

חשוב להדגיש כי ישנם מספר מפעלים וארגונים אשר שייכים למעשה ליותר מענף אחד. במקרים כאלו שוייך המפעל לענף אחד מתוכם עפ"י אחד מהקריטריונים הבאים:

1. ניתן ליחס לארגון ענף מרכזי אחד.
2. השימוש בתיב"מ בארגון משויך לאחד הענפים בו.
3. במקרים מאד מסוימים כאשר יש לארגון ענף מרכזי, והוא גם גוף ממשלתי - שוייך הארגון לענף התעשייתי.
   לדוגמה: התעשיה האוירית שויכה לתעופה למרות היותה חברה ממשלתית.

לאחר החלוקה ל- 6 ענפים עיקריים נמצא כי מספר הארגונים והמפעלים בכל ענף הוא כדלקמן:

תעופה	4	בנין וארכיטקטורה	14
חשמל ואלקטרוניקה	21	גומי ופלסטיק	5
מתכת	21	שאר ענפים	7
ממשלה, וצבא	7		

סה"כ 79 ארגונים ומפעלים המשתמשים בתיב"מ בכל הרמות.

5.2 תחומי השימוש בתיב"מ

במקביל לסווג הענפי, ניתן למצוא בין משתמשי התיב"מ תחום אחד או יותר האופיניים לשימוש בתיב"מ. תחום או תחומים אלו מקבילים בדר"כ לתחום העיסוק העיקרי של המפעל, אולם קיים לעיתים תחום שימוש שונה, או שארגון כלשהו מיישם תיב"מ ליותר מתחום שימוש אחד.

מקובל לסווג את תחומי השימוש בתיב"מ עפ"י החלוקה הבאה:
(Carl Machover SEMINAR, 1985 -ו Eric Teicholz, 1985)

* גרפיקה ממוחשבת - כשהכוונה היא בדר"כ לשרטוט בסיסי או גרפיקה עסקית, או תכנות עצמאי ברמה בסיסית.

* תיכון מכני.

* עבוד שבבי ובקרה ספרתית.

* תיכון אלקטרוני.

* ארכיטקטורה ובנין.

* תכנון והקמת מפעלים - בדר"כ בשימוש חברות הנדסה

* תכנון תהליכים - בדר"כ בתחומי הכימיה ועבוד חומרים.

* מיפוי וקרטוגרפיה.

* תיכון ותווט חשמלי.

* אחר.

בחינת משתנה זה נערכה בשני מישורים. האחד - מספר תחומי השימוש, והשני - ניתוח היקף השימוש בכל אחד מן התחומים.

תרשימים 5.1 ו- 5.2 מתארים את מספרם של תחומי השימוש בתיב"מ והתפלגותם, מתוך הסווג לעיל, באוכלוסית הארגונים משתמשי התיב"מ.

מתוך ריכוז הנתונים מן הראוי להוסיף ולהדגיש מספר מסקנות:

1. למעלה מ- 60% מן הארגונים מתמקדים בתחום שימוש אחד או שניים, למרות שהממוצע הוא 2.19. מבדיקת מידת הקרוב של ההתפלגות לנורמלית ניתן לקבוע כי מרבית הנדגמים נמצאים למטה מן הממוצע, ומתפלגים חד יותר מעקומה נורמלית.

2. פחות מ- 10% מן המפעלים הנדגמים פרושים על פני 4 תחומי שימוש או יותר. בפרק ו' - ניתוח דו מימדי, נבחן את הפרמטרים המאפיינים ארגונים אלו.

5.3 אופי השימוש בתיב"מ

אופי השימוש בתיב"מ נחלק למספר קטגוריות המבטאות סוגים שונים של שימושים, ואשר חלקן תלויות בתחום השימוש בתיב"מ (סעיף 2 לעיל), וחלקן ישימות בכל תחום שימוש. למשל, שימוש בתיב"מ לעריכת מעגלים מודפסים או לתכנון VLSI קשור קשר הדוק עם תחום התיכון האלקטרוני. מאידך שרטוט בשני מימדים או בשלושה מימדים ישים לכל תחום תיב"מ.

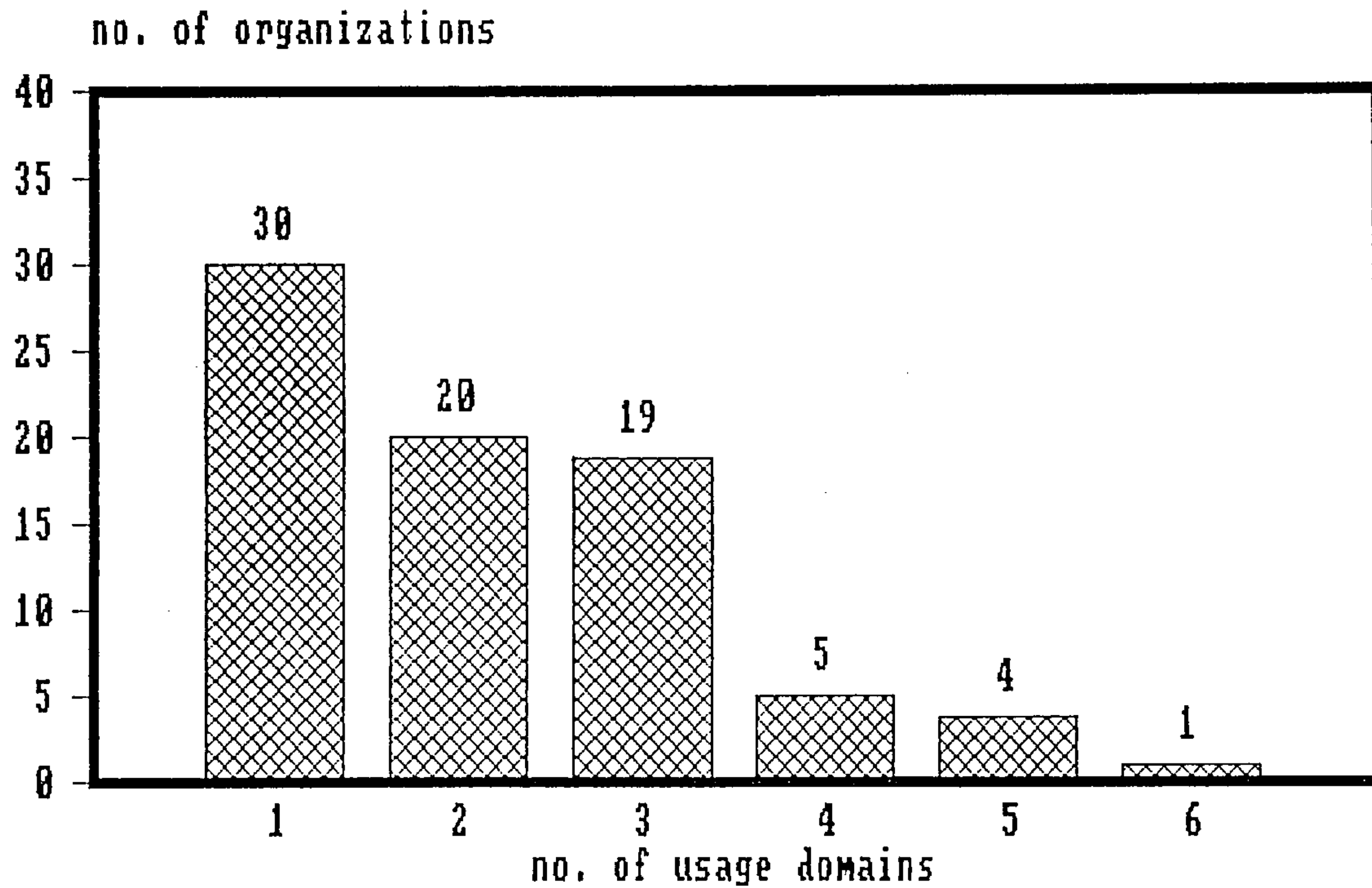
הקטגוריות השונות לשימוש בתיב"מ שהוגדרו בסקר הן:

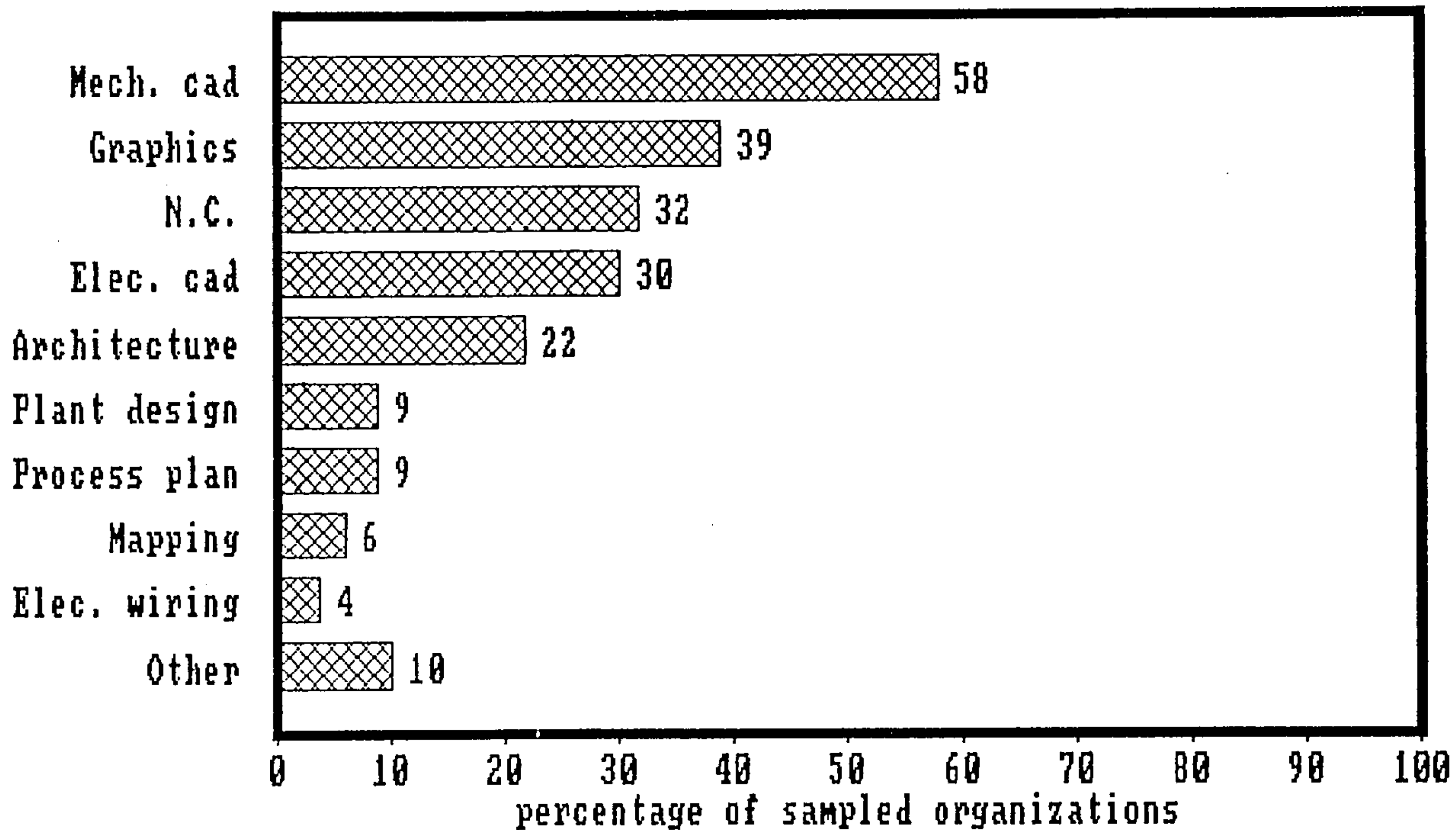
* שרטוט בשני מימדים (2D DRAFTING).

* שרטוט בשלושה מימדים (3D DRAFTING).

* תיכון הנדסי (CAD / CAE).

* ייצור ובקרת ייצור (CAM).


Graph 5.1: NO. of CAD/CAM USAGE DOMAINS
no. of organizations
40
35
30
25
20
15
10
5
0
30
20
19
5
4
1
1
2
3
4
5
6
no. of usage domains


Graph 5.2: FREQUENCIES of USAGE DOMAINS
Mech. cad
Graphics
N.C.
Elec. cad
Architecture
Plant design
Process plan
Mapping
Elec. wiring
Other
58
39
32
30
22
9
9
6
4
10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
percentage of sampled organizations

* אנליזות (ANALYSIS).
* ייצוג מוצקים (SOLID MODELING).
* סימולציות (SIMULATION).
* תכנון VLSI (VLSI DESIGN).
* עריכת מעגלים (AUTOMATIC ROUTING).
* שרטוט אלקטרוני (SCHEMATIC CAPTURE).
* אחר (OTHER).

בחינת משתנה זה נערכה בשני מישורים. האחד - מספר קטגוריות השימוש, והשני - ניתוח היקף השימוש בכל אחת מן הקטגוריות.

תרשים 5.3 מתאר את מספר קטגוריות השימוש בתיב"מ.

מתוך ריכוז הנתונים מן הראוי להדגיש מספר מסקנות:

1. כ- 60% מן הארגונים מתמקדים בשימוש אחד עד שלושה שימושים שונים, על אף שהממוצע הוא סביב 3.4. מבדיקה של פרמטרים סטטיסטיים נוספים לגבי קרוב ההתפלגות לנורמלית, ניתן לקבוע כי ההתפלגות קרובה לנורמלית.

2. פחות מ- 10% מן המפעלים הנדגמים פרושים על פני 6 קטגוריות שימוש או יותר.

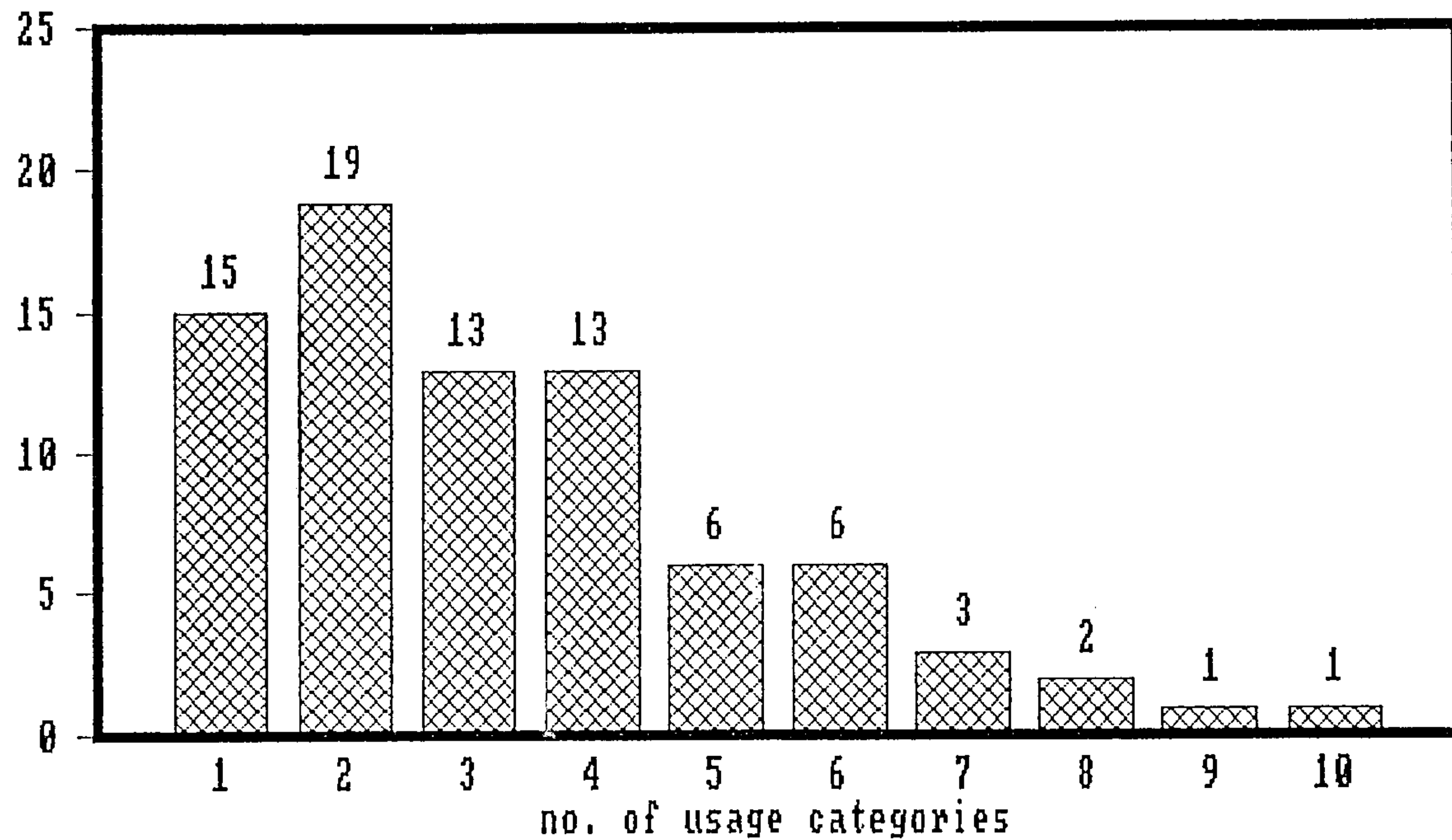
תרשים 5.4 מתאר את תדירות קטגוריות השימוש השונות בקרב הארגונים משתמשי התיב"מ. מן התרשים עולה כי השימוש הנפוץ ביותר הוא שרטוט דו-מימדי (79%).

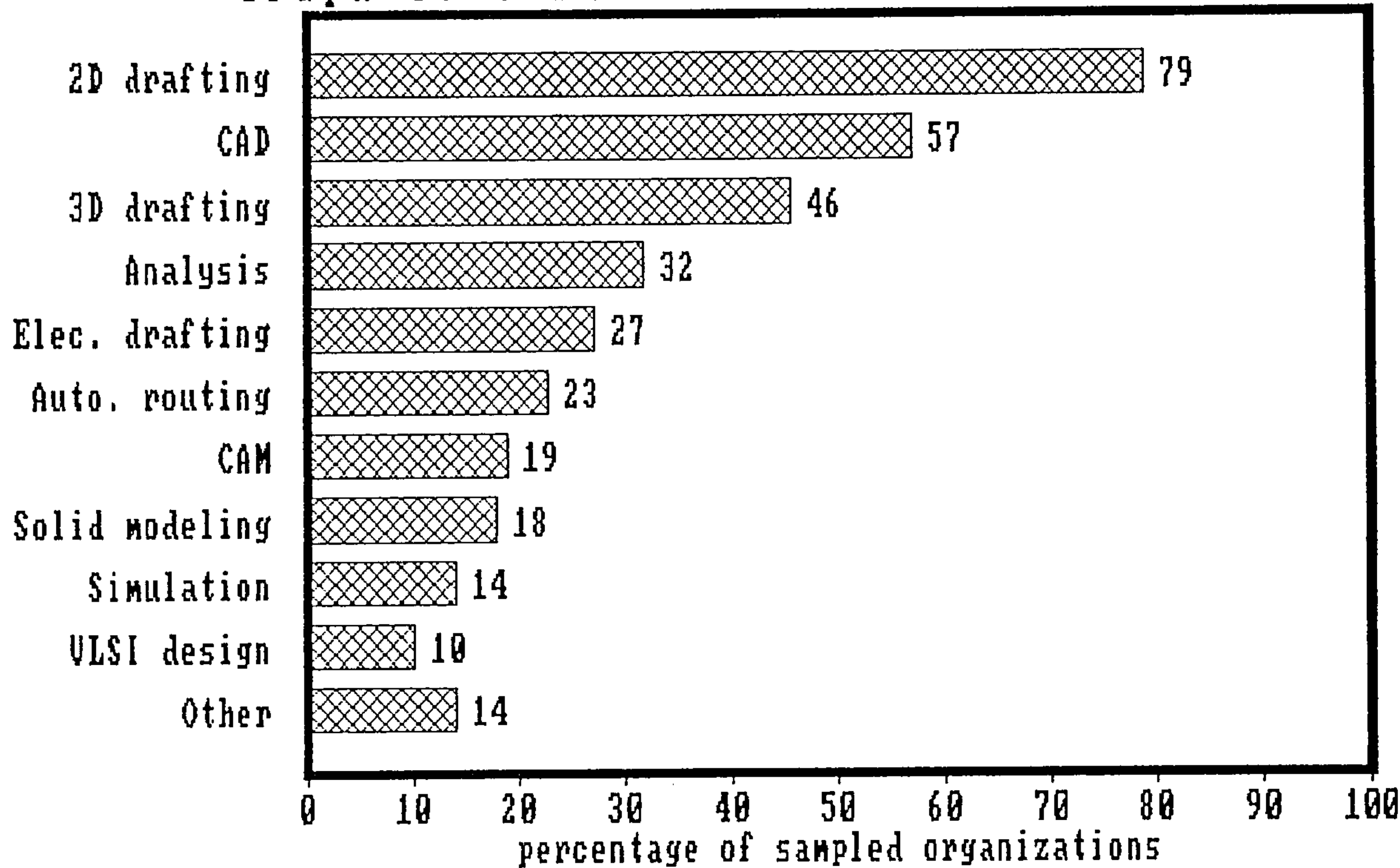
5.4 שימוש בלשכת שרות

ארגונים רבים החלו את השימוש בתיב"מ ובמיוחד אנליזות, סימולציות וחישובים תכנוניים אחרים בלשכת שרות. הסיבות האופייניות שהצדיקו את הפניה ללשכת שרות היו בעיקרן: צורך במחשב חזק וגדול, שימוש בתכנה יחודית ומעל הכל - העדר הצדקה כלכלית להשקעה בתיב"מ פנים-ארגוני. כמו-כן, השימוש בשרותי לשכת שרות אפשר לארגון ללמוד ולהכיר את היתרונות של תיב"מ לארגון.

ההתפתחות האופינית היא, בדומה להתפתחות המוקדמת יותר בנושא לשכות השרות לעיבוד נתונים. השימוש בשרותי לשכת שרות גובר עד אשר היקף ההוצאה החודשי בלשכת השרות מצדיק את ההשקעה העצמית ברכישת מערכת תיב"מ לארגון. אולם לא תמיד אפשרי מעבר לשימוש עצמאי בתיב"מ במלואו, במיוחד כאשר מדובר בתכנות יחודיות ויקרות לאנליזות וסימולציות. במקרים כאלו נמשך השימוש בלשכת שרות במקביל לשימוש העצמי בתוך הארגון.

מנתוני המדגם מתברר כי 18 ארגונים, שהם 23%, משתמשים בשרותיה של לשכת שרות, ואולם אצל כולם זהו שימוש מקביל להשקעה והתפתחות פנים-ארגונית בתחום התיב"מ.


Graph 5.3: NO. of CAD/CAM USAGE CATEGORIES
no. of organizations
25
20
15
10
5
0
15
19
13
13
6
6
3
2
1
1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
no. of usage categories


Graph 5.4: FREQUENCIES of USAGE CATEGORIES
2D drafting
79
CAD
57
3D drafting
46
Analysis
32
Elec. drafting
27
Auto. routing
23
CAM
19
Solid modeling
18
Simulation
14
VLSI design
10
Other
14
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
percentage of sampled organizations

5.5 מספר תחנות עבודה

נושא מספר תחנות העבודה נמדד במדגם בשתי רמות.

* מספר תחנות העבודה החכמות הנמצאות בשימוש הארגון, כאשר הכוונה בתחנות חכמות היא לתחנות עצמאיות בעלות כוח חישוב מקומי (ENGINEERING WORK-STATIONS) החל מ - PC ועד לתחנות מסוג SUN, APOLLO, VAXSTATION ודומיהן.

* מספר המסופים הגרפיים הנמצאים בשימוש הארגון.

נושא תחנות העבודה עומד כיום במרכזו של ויכוח בין המומחים השונים במסגרת הדיון על "מלחמת ה- PCs ב- WORKSTATIONs".

ארבעת המרכיבים העיקריים בתחנת עבודה חכמה הם:

* כושר עיבוד מקומי.

* כושר אחסון ואחזור מידע מבסיסי נתונים מבוזרים.

* ערוצי תקשורת למערכות אחרות.

* מערכת הפעלה.

במאמר הדן בעתידם של המסופים הגרפיים, אשר הופיע בשבועון ELECTRONIC NEWS, מתאריך 18/8/86, נטען כי עתידם של המסופים הגרפיים הוא בשוק הדורש כושר-הפרדה גבוה מאד (2000 PIXELS ומעלה), שוק בו לא יכולים עדיין תחנות העבודה ומחשבי ה-PC להתחרות. אלא שפוטנציאל השוק של מסופים אלו קטן מאד לעומת שוק תחנות העבודה.

תחנות העבודה מובילות לשתי התפתחויות חשובות, האחת - הביזור של כוח-חישוב אל שולחנו של כל מהנדס ומתכנן, יחד עם אינטגרציה אירגונית של מידע וגרפיקה. השניה - שקיעתו של דור מערכות ה- TURN-KEY במערכות תיב"מ. (ראה: D.N. Chorafas, 1987).
Chorafas בספרו, מפריד בין תחנות עבודה המיועדות למנהל ובין תחנות עבודה המיועדות למהנדס. תחנת עבודה הנדסית תתבסס על סופר-מיקרו, ותיועד למטרות תכנון. היא תכלול תוכנה לתיכון ולניסוי, לאנליזות, ותהיה בעלת יכולת גרפית גבוהה.

למעשה מיטשטש ההבדל בין תחנות עבודה ו-PCs, שכן נעלם היתרון ביחס עלות/תועלת שהיה למערכות מבוססות PC. מצד אחד הוכרזו מערכות דוגמת APPLE - מערכת MACINTOSH מבוססת UNIX, ו- IBM - PS/2, מבוססות 32-BIT. ומן הצד האחר הוכרזו תחנות עבודה זולות דוגמת SUN.
הופעתם של מחשבי PC מבוססי 32 סיביות יצרה מרחב חדש של מערכות זולות, וגרמה להרחבת היקפו של שוק תחנות העבודה.

לצורך ניתוח התוצאות ייבחנו הן תחנות העבודה והן המסופים הגרפיים, וכן סכומם. בפרקים הבאים ישמש סכומם כמדד מצרפי למספר תחנות העבודה והמסופים הגרפיים שבשימוש הארגון, מבלי להבדיל בין מסופים ותחנות עבודה.

ממוצע מספר המסופים (ללא המפעל התעשייתי הגדול) הוא - 12, והשכיח שוה ל- 2.
ממוצע מספר תחנות העבודה החכמות הוא - 5, ושכיח השוה ל- 1.

ל - 75% מן הארגונים המשתמשים בתחנות עבודה חכמות יש עד 4 תחנות עבודה ול- 73% מן הארגונים המשתמשים במסופים גרפיים יש עד 10 מסופים גרפיים.

תחנת עבודה יחידה - בדר"כ PC - יש לכ- 43% מן הארגונים, בעוד שמסוף גרפי יחיד יש לכ- 7% מהם.

מספר הארגונים המשתמשים בתחנות עבודה חכמות הוא - 64 שהם 82%, בעוד שמספר הארגונים המשתמש במסופים גרפיים הוא 30 בלבד שהם 38%. כלומר מרבית משתמשי התיב"מ מבססים את מערכותיהם על תחנות עבודה גרפיות. מספר משתמשי התיב"מ אשר מתבססים רק על מסופים גרפיים הוא 13, היינו 16%.

כאשר מאחדים את תחנות העבודה החכמות והמסופים למשתנה יחיד הנקרא **תחנות עבודה**, ממוצע מספר תחנות העבודה הוא - 8.8.

תרשים 5.5 מתאר את התפלגות מספר תחנות העבודה במדגם.

5.6 מספר שנות שימוש בתיב"מ

השאלה בסקר התיחסה לשנת הרכישה של המערכת הראשונה. נתון זה תורגם ל- מספר השנים מאז החל הארגון לעסוק בתיב"מ, כאשר שנת היחוס היא 1988.

למשתנה זה משקל נכבד בניתוח **עומק השימוש בתיב"מ**, ולהבנת תהליכי קבלת ההחלטות בארגון. אין דומה התעשיה האוירית עם 18 שנים של שימוש בתיב"מ, למפעל או ארגון אשר נכנס לתחום התיב"מ בשנה האחרונה.

תרשים 5.6 מתאר את התפלגות מספר הארגונים עפ"י מספר שנות השימוש בתיב"מ.

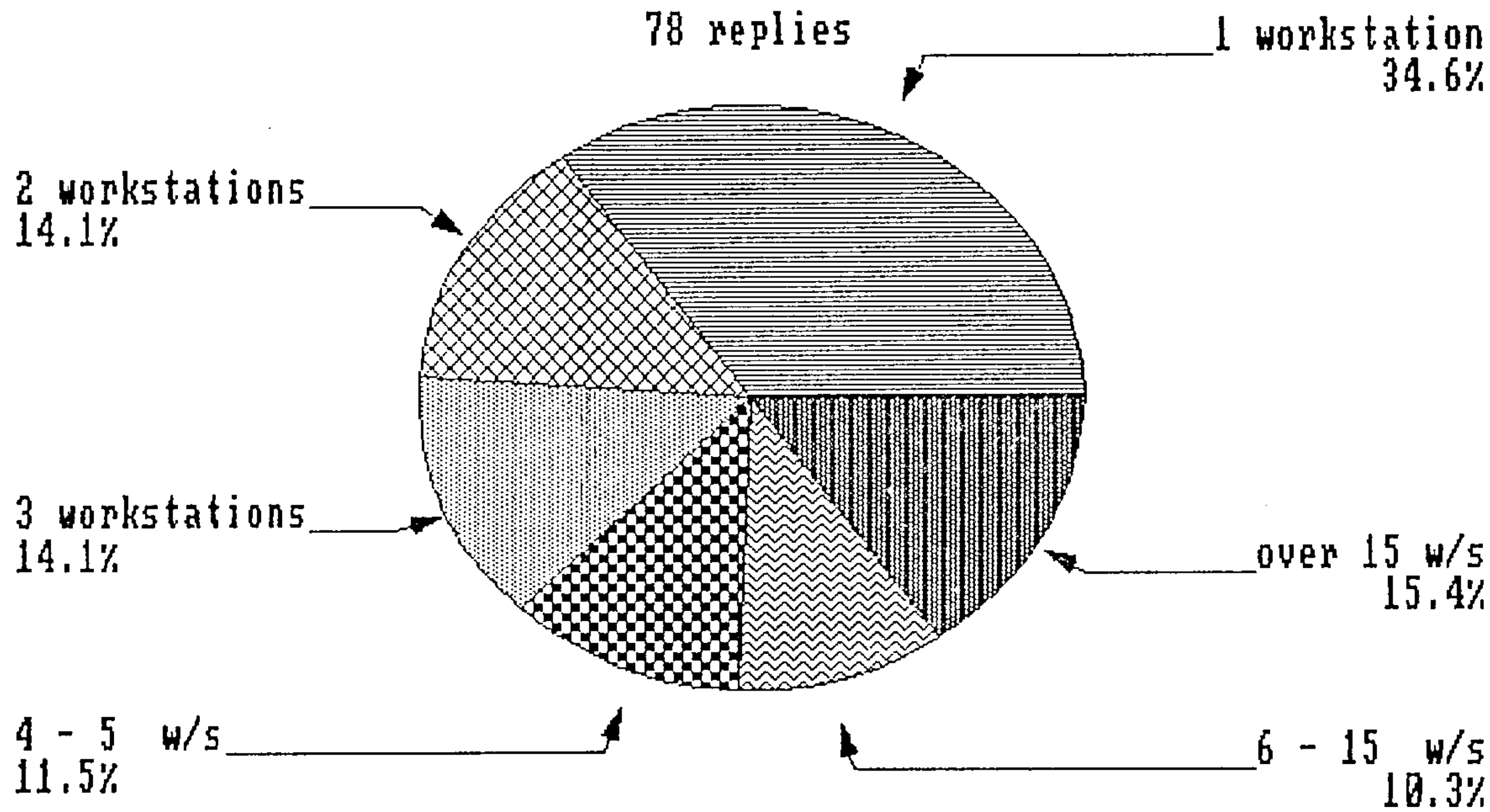
ממוצע מספר שנות השימוש בתיב"מ הוא 3.9 שנים.

5.7 היקף השקעה מצטברת בתיב"מ

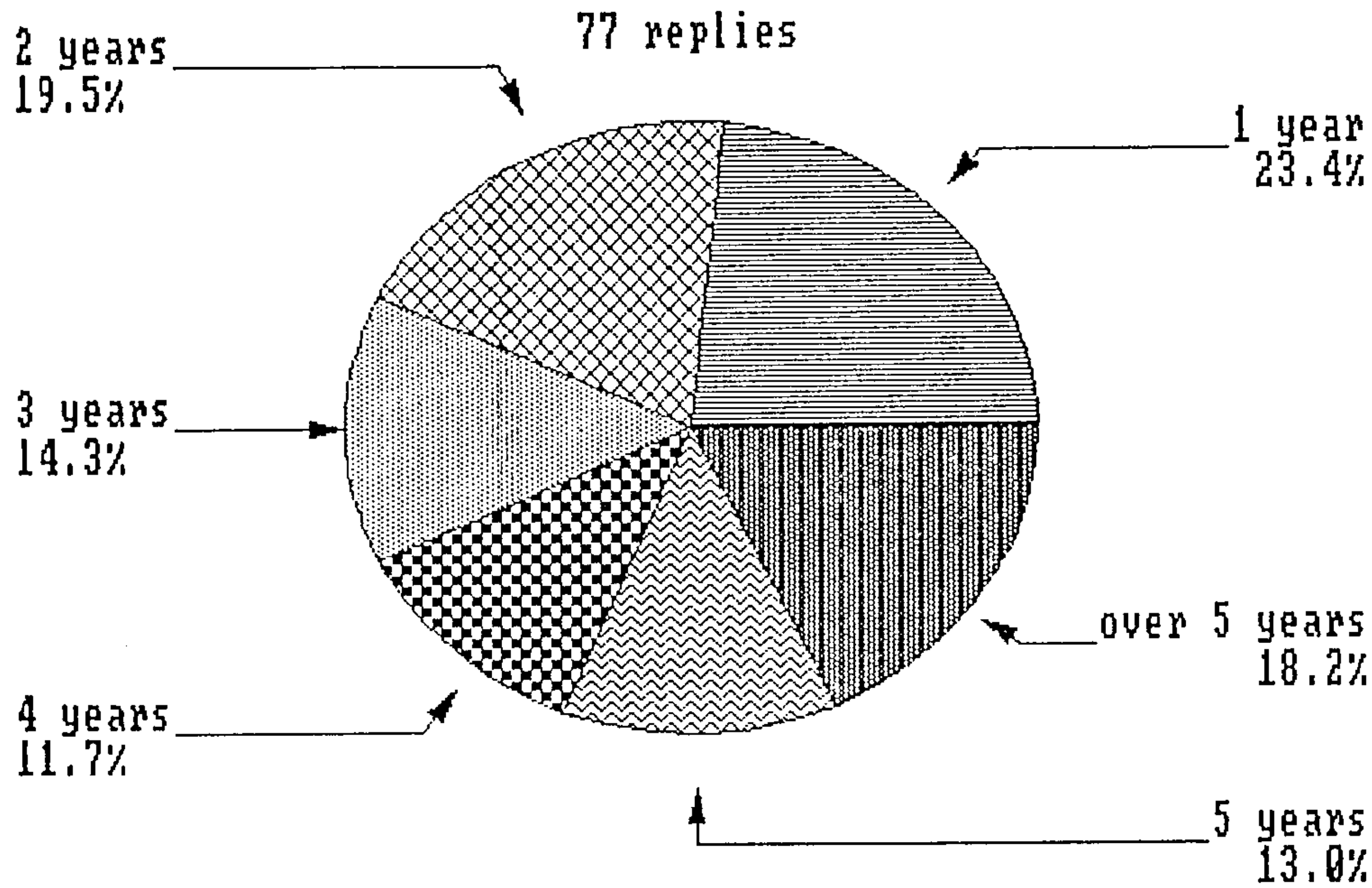
היקף ההשקעה המצטברת בתיב"מ הוא משתנה בעל משקל נכבד בניתוח **עומק השימוש בתיב"מ**, ובהבנת תהליכי קבלת ההחלטות בארגון.
אחת הבעיות הקשורה במשתנה זה היא ש- 16 ארגונים לא דווחו נתון זה אם בגלל היותו מסווג, ואם בגלל חוסר מידע.

ההיקף הממוצע של ההשקעה המצטברת בתיב"מ בארגון הוא כ- 416,000 דולר (הממוצע כולל המפעל התעשייתי הגדול מגיע לכ- 940,000 דולר).

ההתפלגות איננה נורמלית, ונראה כי קרוב ל- 50% מן הארגונים המשתמשים בתיב"מ השקיעו בחומרה, תוכנה, ובבחינת המערכת לא יותר מ- 50,000 דולר. שני שלישים מן הארגונים השקיעו פחות מ- 100,000 דולר.


Graph 5.5: SAMPLE DISTRIBUTION by WORKSTATIONS
78 replies
1 workstation
34.6%
2 workstations
14.1%
3 workstations
14.1%
4 - 5 w/s
11.5%
6 - 15 w/s
10.3%
over 15 w/s
15.4%

Graph 5.6 : SAMPLE DISTRIBUTION by YEARS of USAGE



המחיר הממוצע ל"כסא" (כש"כסא" מוגדר כסך כל ההשקעות ביישום התיב"מ מחולק במספרן הכולל של תחנות העבודה בארגון), **כפי שעולה מנתוני מחקר זה הוא - 38.25 אלף דולר.**
המחיר הממוצע ל"כסא" ללא המפעל התעשייתי הגדול הוא - 47.3 אלף דולר.

בהשוואה לנתונים המבוססים על עתונות מקצועית - בה מוגדר בדר"כ רק המחיר השולי של תחנת עבודה נוספת - נמצא כי מחירה של תחנת עבודה חכמה ירד מ- 24.2 אלף דולר בשנת 1986, ל- 22.0 אלף דולר בשנת 1987. על פי התחזית ירד המחיר לכ- 12.85 אלף דולר בשנת 1990. (ראה: COMPUTER GRAPHICS REVIEW, SUMMER 1987).
מחיריהן של תחנות עבודה מבוססות PC הוא נמוך עוד יותר, ונע בתחום שבין 10 - 5 אלף דולר.

ניתן להעלות מספר סבות אפשריות להבדל הגדול בעלות "כסא" בארץ ובארה"ב:

1. הפרש מחירים של כ- 5-20% בין מחירון היצרן עבור ארה"ב, ומחירון היצרן לשוק הבינלאומי.
2. שעור המס הגבוה על ציוד מחשבים בישראל (כ- 35%) בתוספת עלויות הובלה אוירית וביטוח, ומע"מ.
3. מאחר ובתמחיר "כסא" כלולות גם השקעות בתחום התשתית הארגונית, הדרכה, כוח-אדם ועלויות תקורה נוספות - ייתכן ועלויות אלו בישראל גבוהות יותר.
4. ההבדל בין מחיר "כסא" בכלל המדגם, לבין מחירו ללא המפעל התעשייתי הגדול, נובע מן הכמות הגדולה של מסופים גרפיים במפעל - כאשר עלותו של כל מסוף נמוכה.

<u>5.8 מספר שעות תעסוקה של תחנת עבודה ביום</u>

מספר שעות התעסוקה של תחנת עבודה ביום בממוצע משקף את רמת הניצול של המערכת.

כל השקעה בציוד תיב"מ ייעודי, הן חומרה והן תוכנה, הינה במהותה השקעה הונית, ולפיכך יש לצפות לניצול מירבי של הציוד, בעיקר כאשר זו מערכת תיב"מ גדולה בעלת מספר תחנות.

משתנה זה יכול להצביע על רמת השימוש במערכת ובהתאם גם על רמת הציפיות בארגון משימוש וניצול משאבי התיב"מ בארגון. משתנה זה מהווה מרכיב חשוב בקביעת **עומק רמת התיב"מ** בארגון.

התפלגות המדגם קרובה לנורמלית, עם ממוצע הקרוב מאד ל- 8 שעות תעסוקה של תחנה ליום. על פי מדדי KURTOSIS ו- SKEWNESS אנו מזהים כי ריכוז הנתונים סוטה מעט מהתפלגות נורמלית אל עבר התחום הקטן מ- 8 שעות.
נראה כי כמו במספר גדול של מפעלי תעשיה, שיעור הניצול של הציוד הוא בגבול משמרת אחת ביום. רק כרבע מן הארגונים - 26% מנצל את הציוד מעבר ל- 8 שעות ביום, ופחות מ- 10% מנצלים את מערכות התיב"מ למעלה מ- 12 שעות ביממה.

אם נבחן את מספר השעות בהן עובד משתמש יחיד ליד תחנת עבודה, (מכפלת מספר השעות במספר התחנות וחלוקה במספר משתמשים), נמצא כי ממוצע זמן השימוש של משתמש יחיד בתחנה הוא **3.72 שעות ליום** בהתפלגות קרובה לנורמלית.

5.9 שביעות הרצון מביצועי התיב"מ בארגון

שאלת שביעות הרצון מביצועי התיב"מ בארגון, הינה אחת מן השאלות המרכזיות בעבודה זו.
נושא זה נבחן בכמה מישורים. האחד, שביעות רצון מן המערכת בכלל וממרכיביה, כפי שיפורט בהמשך. השני, שביעות הרצון משמשת פרמטר חשוב בבחינת תוצאות תהליך קבלת ההחלטות בארגון להכנסת מערכת תיב"מ. השלישי, שאלת שביעות הרצון נבחנה שנית בנוסח אחר בסוף השאלון, ונתונים אלה - עמידה בציפיות מן המערכת - יפורטו בסעיף זה.

שאלת שביעות הרצון חולקה לחמש שאלות משנה:

* שביעות הרצון מביצועי המערכת בכללותה.
* שביעות הרצון ממרכיב החומרה.
* שביעות הרצון ממרכיב התוכנה.
* שביעות הרצון מרמת הבקיאות וההכרות של ספק המערכת.
* שביעות הרצון מרמת השירות של ספק המערכת.

התשובה לכל שאלה דורגה בסולם בן חמש דרגות, כאשר 1 - מביע אכזבה, 2 - מביע שביעות רצון נמוכה, 3 - בינוני, 4 - שבע רצון, ו 5 - מעולה.

פרוט התוצאות מפורט בתרשים 5.7.

התפלגות המדגם קרובה מאד לנורמלית, עם ממוצע של קצת למעלה מ- 3.5 ושכיח של 4, כלומר מרבית המשתמשים מרוצים מן המערכת ומביצועי התיב"מ בארגון בכלל.

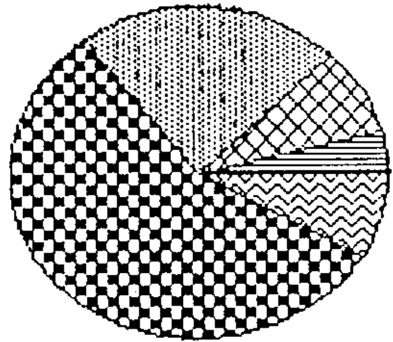
הערות:

1. ההתפלגות הנצפית לגבי רמת שביעות הרצון מבקיאותו של ספק המערכת, והכרותו עם המערכת, נופלת מרמת שביעות הרצון הכללית מן המערכת וממרכיביה (חומרה ותוכנה). אמנם מרבית המשתמשים מרוצים מן התמיכה הנתנת למערכת ע"י הספק, אולם רבים מביעים שביעות רצון נמוכה.
עפ"י הנתונים - בנושאי המערכת בכללותה, חומרה ותוכנה, הביעו כשליש מן הנדגמים שביעות רצון נמוכה או בינונית. ואילו בנושא תמיכת הספק - מחצית מן הנדגמים אינם שבעי רצון.

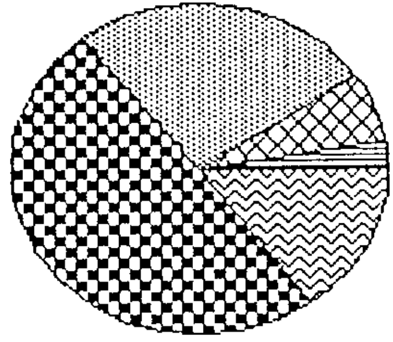
2. עפ"י DARATECH, 1984 - בפרק הדן בבחירת הספק, נאמר כי למרות שעיקר תהליך הבחירה של מערכת תיב"מ מתבסס על בחינת יכולת הציוד ועל יחס עלות/תועלת, הרי מעבר לנתוני הביצוע **הפיזיים יש לבחון גם את מהימנות הספק, יכולתו לתמוך בציוד לאורך זמן, ומעל הכל - מחויבותו לשוק התיב"מ ואחריותו ורצונו בהצלחת המערכת.**
גישה זאת אף מקבלת משקל יתר כאשר עומד מולנו סוכן ולא יצרן, והדרך הכמעט יחידה לבחון ולאמת את כושר התמיכה והשרות שמעניק הספק למערכת היא באמצעות בדיקה עם קהל משתמשי המערכת.

Graph 5.7 : DISTRIBUTION of USER SATISFACTION

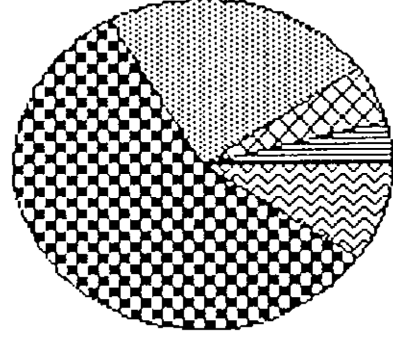
system in general



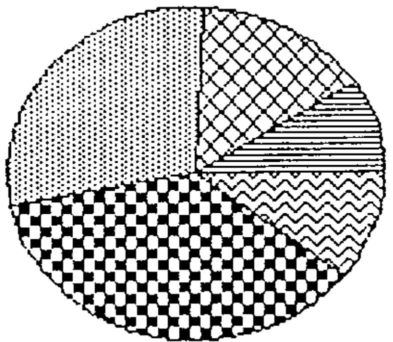
hardware



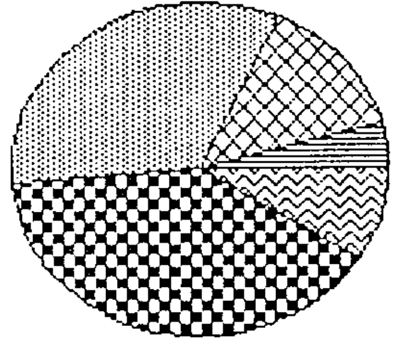
software



rep's support



rep's service



כאמור, נשאלו בשאלון שתי שאלות נוספות הנוגעות לעמידת המערכת בציפיות הן במישור ביצועי המערכת והן במישור העלויות.

התשובות לשתי שאלות אלו, אשר הוצגו בשאלון לקראת סופו, נענו בארבע רמות:

* 1 - ציפיות התאמתו במלואן.
* 2 - ציפיות התאמתו במידה רבה.
* 3 - ציפיות התאמתו במידה מסוימת.
* 4 - אכזבה.

התשובות שניתנו לשאלה זו מושפעות בחלקן מרמת שביעות הרצון מביצועי התיב"מ בארגון, ובחלקן משקפות ריאליזם בציפיות ממערכת ממוחשבת, ומן העלויות הכרוכות בהחדרת טכנולוגיה מתקדמת לארגון.

התפלגות התשובות לעמידה בציפיות - ביצועים קרובה מאוד לנורמלית. ניתן להסיק כי יש עקביות בתשובות המדגם לגבי שביעות הרצון הרבה מביצועי המערכת, והעמידה בצפיות מביצועי המערכת.

התפלגות התשובות לעמידה בצפיות מבחינת עלויות המערכת, מגלה פיזור רחב יותר של התשובות, כך שארגונים רבים יותר מציינים כי צפיותיהם התאמתו במלואן, ולעומתם רבים יחסית מציינים כי התאכזבו במישור זה (מבלי שהתאכזבו מן הביצועים).
כלומר, העלויות בפועל המושקעות בהכנסת מערכות תיב"מ לארגון, עולות על הצפיות.

<u>5.10 משך הזמן הנדרש להדרכה ותרגול המשתמשים</u>

משך זמן זה נמדד בחודשים קלנדריים, והוא משקף את זמן ההדרכה המינימלי הנדרש על מנת שהמשתמש יבין את אופן השימוש במערכת, ויהיה מסוגל להפעילה בכוחות עצמו.

מעצם אופיין, המערכות החדשות, במיוחד אלו המבוססות על מחשבי PC, דורשות זמן הדרכה קצר לעומת המערכות המורכבות, רבות התחנות.

מניתוח נתונים אלו נראה כי פרק זמן זה הוא קצר מאד - 3 חודשים בממוצע עם סטית תקן של חודשיים.

כרבע מכלל המערכות נלמדות בחודש אחד, ורק כ- 10% מן המערכות דורשות תקופת הכשרה של למעלה מחצי שנה.

5.11 ניתוח דרגי ההמלצה והאישור בארגון

במסגרת הערכת תהליך קבלת ההחלטות, נבחנה שאלת הגורמים בארגון אשר המליצו על מערכת התיב"מ המתאימה לארגון, והגורמים בארגון אשר אישרו את ההחלטה.

רשימת הגורמים שנכללו בסקר כללה:

- מנכ"ל (כאשר הגדרה זו כללה גם הנהלה חיצונית לארגון - כגון חברת אם, או מועצת מנהלים).
- סמנכ"ל
- מהנדס ראשי
- מנהל פרויקט
- צוות בדיקה
- מנהל מרכז חישובים/מנהל ענ"א
- אחר

ברור כי שאלת הדרג וסמכויותיו שונה בין ארגון וארגון, ובמיוחד שונה בין ארגון גדול מאד לקטן, ממשלתי או פרטי וכדומה.

שאלת הגורמים בארגון אשר המליצו ואישרו את המערכת, כרוכה במספר משתנים נוספים אשר יפורטו להלן:

א. מספר המהנדסים והטכנאים אשר היו מעורבים בתהליך הבחירה.
ב. מידת המעורבות של יחידת הענ"א/מערכות המידע בכל התהליכים הקשורים בבחירה וביישום של מערכת התיב"מ.
ג. הגורם בארגון האחראי לתפעול המערכת.
ד. הכפיפות הארגונית של מערך התיב"מ.

טבלה 5.8 - הגורמים בארגון אשר המליצו ואישרו את מערכת התיב"מ

גורם בארגון	ממליץ	מאשר
מנכ"ל	27.8%	74.7%
סמנכ"ל	11.4%	17.7%
מהנדס ראשי	41.8%	20.3%
מנהל פרויקט	15.2%	3.8%
צוות בדיקה	43.0%	10.1%
מנהל ענ"א	6.3%	3.8%
אחר	3.8%	1.3%

הערה: האחוזים בטבלה זו מסתכמים בלמעלה מ- 100% כיוון שבארגונים רבים קיים יותר מגורם ממליץ או מאשר אחד.

מטבלה זו ניתן להסיק מספר מסקנות:

1. במרבית המקרים קיים יותר מגורם אחד בארגון השותף להמלצה ולאישור הרכישה.
2. הגורמים הדומיננטים בהמלצה הם בדר"כ מהנדס ראשי וצוות בדיקה.
3. רק במיעוט קטן מן המקרים מעורב מנהל הענ"א בתהליך, אם כי יתכן מאוד שהוא נכלל בצוות הבדיקה.
4. ברובם המכריע של המקרים מאשר המנכ"ל או מועצת מנהלים או הנהלה של חברת האם את הרכישה - 75%.
ב- 57% מן המקרים בהם אישר המנכ"ל - היתה זו החלטה שלו בלבד.

5.12 מספר המהנדסים והטכנאים המעורבים בתהליך הבחירה

מספר האנשים המעורבים בתהליך הבחירה הוא בדר"כ פונקציה של גודל ואופי הארגון מחד, והיקף ההשקעה הצפויה מאידך. כמו כן, כאשר מתוכננת מערכת תיב"מ **ברמת עומק שימוש גבוהה**, יהיו מעורבים בתהליך הן אנשים מצד התיכון והן אנשי ייצור.

תרשים 5.9 מציג את התפלגות המדגם על פי מספר המעורבים בתהליך הבחירה של מערכת התיב"מ לארגון.

מניתוח הנתונים עולה כי מספר המשתתפים בממוצע בתהליך הבחירה הוא אמנם בין 4 ל- 5, אולם ממוצע זה אינו משקף כלל את המציאות, שכן בשני-שליש מן הארגונים (66%), משתתפים בתהליך בין אדם אחד ל- שלושה, ובקרוב ל- 20% מן הארגונים משתתפים בתהליך למעלה מ- 6 אנשים.
כמו כן נמצאו ארגונים בהם מספר המעורבים הגיע ל- 15, 25, 30 ואף ל- 40!

5.13 סבות עיקריות בהחלטה ליישם מערכת תיב"מ מסוימת

תהליך הבחירה וההחלטה על רכישת מערכת מסוימת יכול להיות קצר או ארוך, אולם בסופו של דבר קיימת סיבה אחת או יותר, מרכזית, אשר משפיעה יותר מכל האחרות על הבחירה של מערכת מסוימת.

במחקר זה נעשה נסיון לעמוד על הסבות הללו ולנתחם בחתכים שונים של אוכלוסית משתמשי התיב"מ.

טבלה 5.10 - ניתוח הסבות העיקריות בהחלטה

מחיר	54.4%
יצרן המערכת או התאמה לדרישות הלקוח	49.4%
הסוכן המקומי בארץ	20.3%
הכרות קודמת עם המערכת בארגון	19.0%
אוכלוסית המשתמשים בארץ	15.2%
קיומה של מערכת דומה בארגון	12.7%
קשר עסקי עם חברת האם או עם ספק בחו"ל	10.1%
סבות אחרות	16.5%

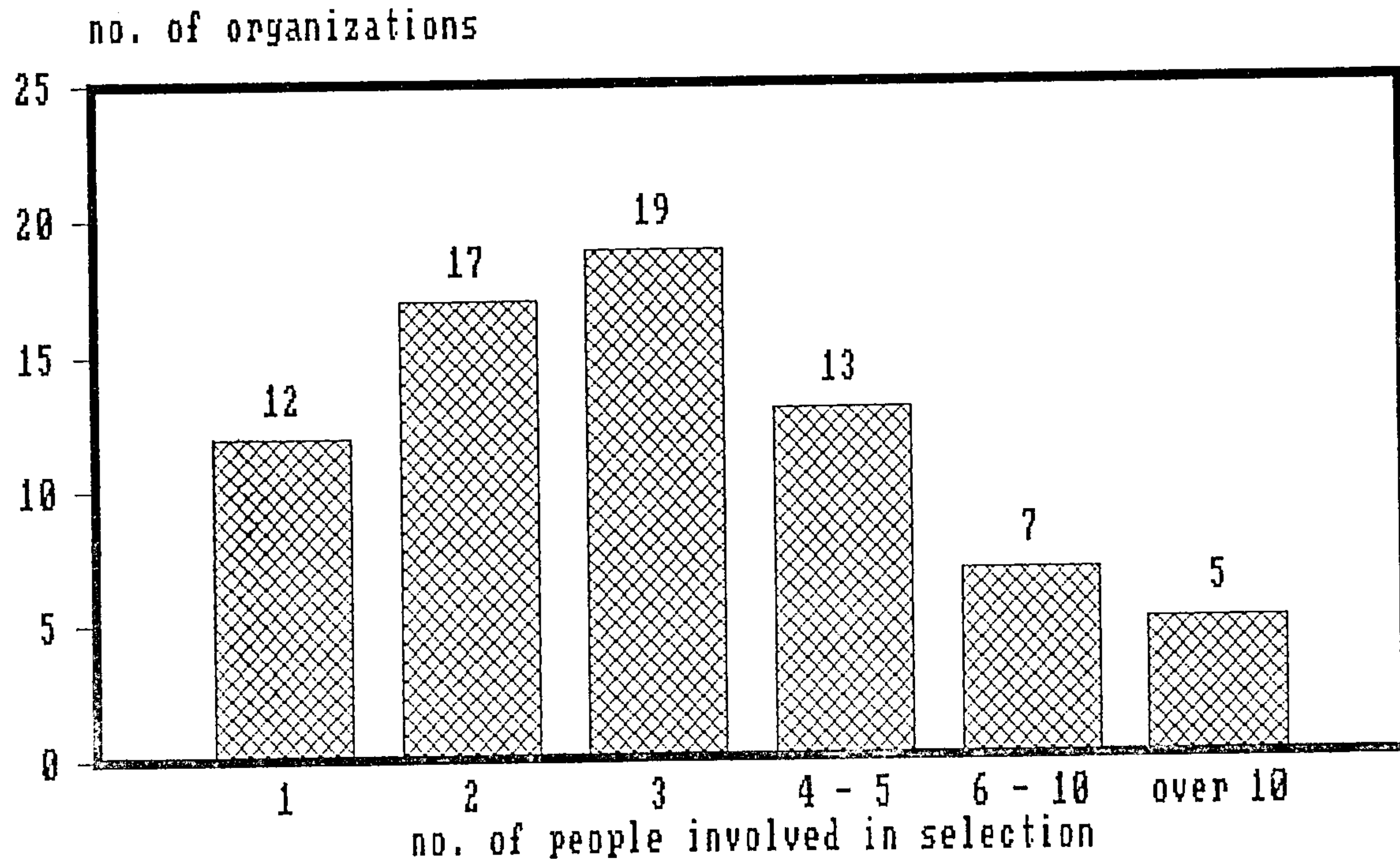
הערה: האחוזים מסתכמים בלמעלה מ- 100% כיוון שתיתכנה מספר סבות.

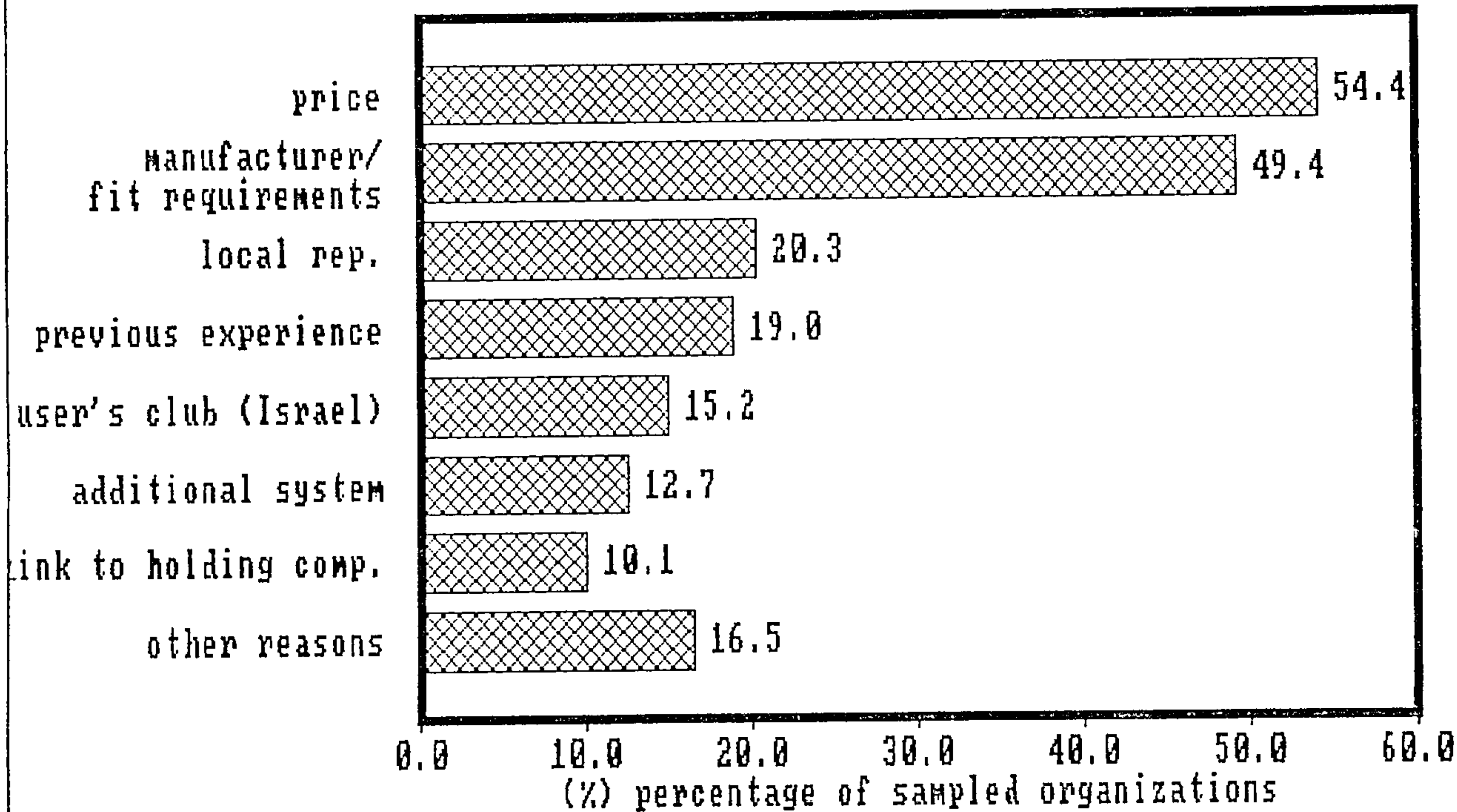
ברור הוא כי בארגונים רבים אין סיבה אחת מכרעת, כי אם שילוב של מספר סיבות.

מספר הסיבות הממוצע הוא קרוב ל- 2 (1.97).

מאחר והסיבות העיקריות הן מחיר, יצרן וסוכן מקומי, נבחן בכמה מקרים היה שילוב בין סיבות אלו.

* מחיר ויצרן המערכת - ב- 25% מן הארגונים.
* מחיר והסוכן המקומי - ב- 13% מן הארגונים.
* יצרן המערכת/התאמה לדרישות והסוכן המקומי - ב- 16% מן הארגונים.


Graph 5.9 : DISTRIBUTION of PEOPLE INVOLVED
no. of organizations
25
20
15
10
5
0
12
17
19
13
7
5
1
2
3
4 - 5
6 - 10
over 10
no. of people involved in selection


Graph 5.10: DISTRIBUTION of MAIN REASONS for DECISION
main reasons (possibly several)
price
54.4
manufacturer/
fit requirements
49.4
local rep.
20.3
previous experience
19.0
user's club (Israel)
15.2
additional system
12.7
ink to holding comp.
10.1
other reasons
16.5
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
(%) percentage of sampled organizations

5.14 מידת המעורבות של יחידת ענ"א/מערכות מידע במערכת התיב"מ

בחינת משתנה זה נבנתה בשתי רמות:

האחת - האם קיימת או לא קיימת יחידת ענ"א בארגון.
השניה - מהי מידת מעורבותה של יחידת הענ"א (במידה וקיימת).

נמצא כי ב- 49 ארגונים שהם 66% מכלל המשיבים קיימת יחידת ענ"א בארגון.

מניתוח הנתונים עולה כי קצת למעלה ממחצית הארגונים להם יחידת ענ"א אינם מערבים אותה כלל ביישום מערכת התיב"מ בארגון. ובקרוב ל- 25% נוספים מעורבות זו מצומצמת ביותר.

רק בכ- 12% מן הארגונים קיימת מעורבות רבה של יחידת הענ"א במערכת התיב"מ.

5.15 אינטגרציה של מערכות תיב"מ - תיכון, ייצור ועבוד נתונים

אינטגרציה בין מערכות היא אחת מאבני הבוחן החשובות לעומק השימוש בתיב"מ, ולרמה המקצועית אליה הגיע הארגון ביישום תיב"מ, ובהפקת המירב ממנו. אולם יש לזכור כי CIM אינו יעד, אלא אסטרטגיה להבטחת שרידותו של היצרן.

השאלה המרכזית העולה בכל פעם שדנים ב - CIM היא בעית האינטגרציה. הטענה המקובלת היא שיישום תיב"מ איננו אינטגרטיבי עדיין, אלא מתבטא באיים של אוטומציה ומיכון.

CIM היא, כאמור, אסטרטגיה הכוללת ארגון וקישור מרכיבי חומרה ותוכנה שונים, ובהם: רובוטים, מערכות ראיה, CAD, CAM, ו- MRP (MANUFACTURING RESOURCE PLANNING), היוצרים ביחד מערכת עובדת.

לא קיימת נוסחה מדעית ל- CIM, ולא ניתן לרכוש מערכות CIM ג'נריות, אלא רק כלי CIM אותם יש להרכיב ולהתאים לארגון.
הרכבה והתאמה של מרכיבי ה- CIM בארגון איננה רק אינטגרציה של רכיבי חומרה ותוכנה, אלא תהליך של שינוי מבנה ארגוני והתאמה לתפיסת ה- CIM, ולפיכך מעורבותה של ההנהלה היא קריטית להצלחה. (ראה: DONALD E. STERN, 1987).

מבין הארגונים שנסקרו, רק 16% מקיימים רמה כלשהי של שילוב בין מערכות התיב"מ והענ"א בארגון. ואם ניקח בחשבון שרק 66% מהם ציינו כי קיימת בארגונם יחידת ענ"א - **אזי עולה כי פחות מ- 25% מן הארגונים להם יחידת ענ"א מקיימים רמה של שילוב בין המערכות.**

חשוב לציין כי שילוב כזה לא תמיד נדרש, וכי אם מדובר במשרד תכנון אשר לו מספר מחשבי PC שחלקם משמש למטרות שרטוט ואחרים להנה"ח או עבוד תמלילים - הצורך באינטגרציה מוטל בספק.

אינטגרציה בין מערכות התיכון ובין מערכות הייצור קיימת ב- 40% מן הארגונים.

5.16 תכנית אב לתיב"מ, הגדרת דרישות והשוואה בין ספקים

בכל יישום של מערכת ממוחשבת מומלץ להכין תכנית אב למיחשוב. כך הדבר בעיבוד נתונים, ובודאי שכך הוא גם במעבר לשימוש בתיב"מ בארגון (ראה: AHITUV & NEUMANN, 1986).

תהליך הבחירה הוא מורכב ובשל מספרם הרב של הספקים - אורך תהליך הבחירה תקופה ארוכה. על מנת לקצר את התהליך ככל האפשר, וע"י כך גם להוזילו מבלי להתפשר על תוצאות הבחירה, יש לבצע, קודם לתחילת תהליך הבחירה, סקר דרישות. על יסוד סקר הדרישות יש להכין מפרט דרישות מדויק ומקיף. מפרט הדרישות יכיל גם משקל יחסי לכל מרכיב כדי שניתן יהיה לשקלל את הצעות הספקים השונים.
מפרט הדרישות יסייע - בשלב הראשון - לצמצום רשימת הספקים הפוטנציאליים לכדי 3-2, כאשר שאר הספקים לא יכללו עקב אי התאמה לדרישות יסוד מרכזיות, ובכך טמון יתרונו העיקרי של מפרט הדרישות. (ראה: DARATECH, 1984)

במחקר זה נבחנו ארבע שאלות: ונמצאה ההתפלגות הבאה:

1. האם הוגדרה תכנית אב לתיב"מ בארגון? ב- 31% מן הארגונים.
2. האם בוצע סקר דרישות? ב- 69% מן הארגונים.
3. האם הוגדר מפרט דרישות מהמערכת? ב- 66% מן הארגונים.
4. האם בוצעה השוואה בין ספקים? ב- 90% מן הארגונים.

כלומר, כמעט בכל המקרים בוצעה השוואה בין ספקים, אולם סקר דרישות בארגון, והכנת מפרט דרישות מבוצעת רק ב- שניים מכל שלושה ארגונים המיישמים תיב"מ. תוצאה זו (1 מ-3 שאינו מכין מפרט דרישות) מעוררת תמיהה באשר לטיבה של ההשוואה בין הספקים, כאשר אין כל מפרט דרישות.

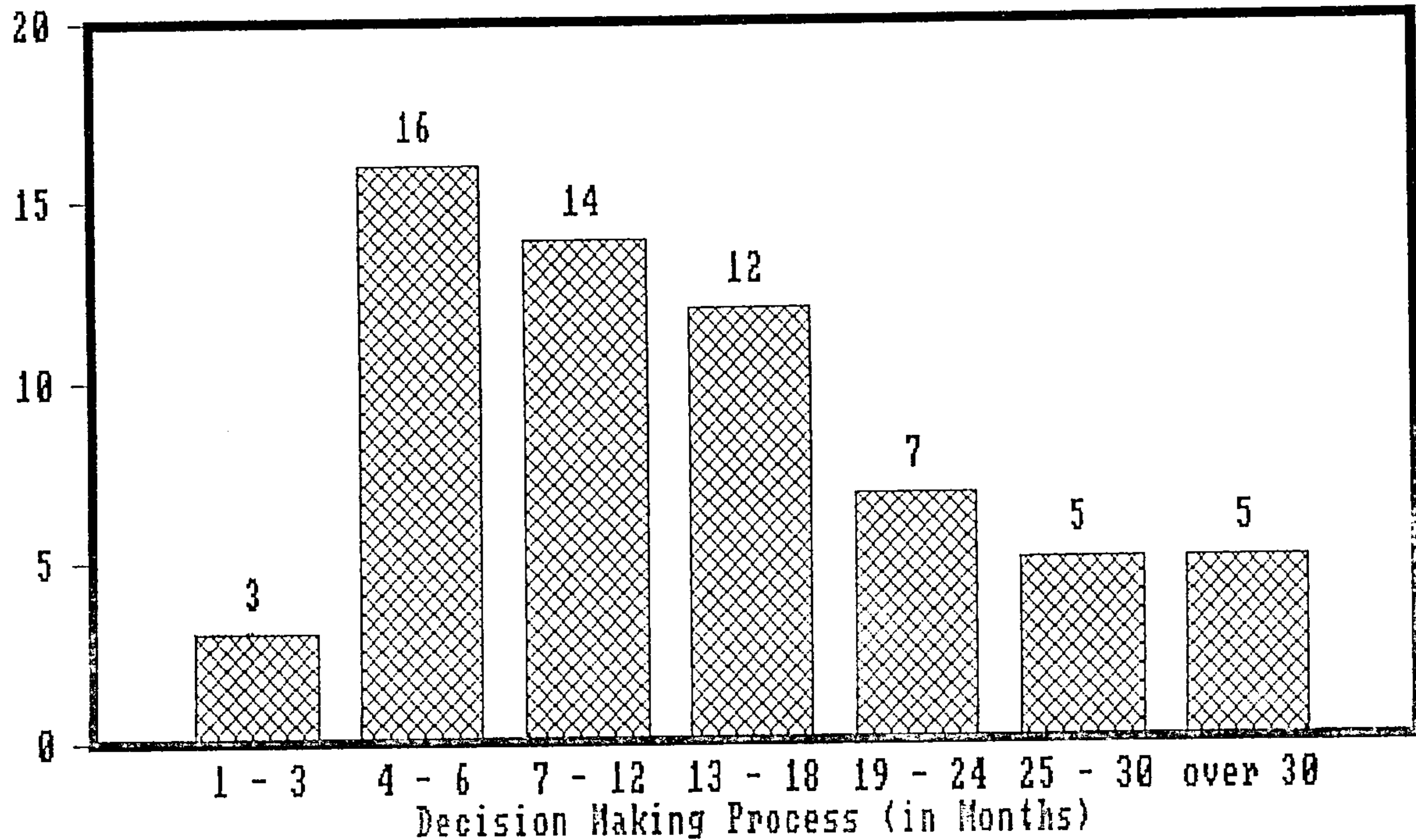
רק כ- שליש מן הארגונים מכין תכנית אב לתיב"מ.

השימוש בשירותיו של יועץ חיצוני לצורך אפיון או בחירת מערכת נמצא רק ב- 30% מן הארגונים המשתמשים בתיב"מ.

5.17 משך תהליך קבלת ההחלטה

בממוצע אורך תהליך ההחלטה לרכישת מערכת קרוב ל- 15 חודש, כשבמחצית מן הארגונים מתקבלת החלטה תוך פחות משנה, אף כי נדגם גם ארגון שהתהליך בו ארך 44 חודשים!

תרשים 5.11 מתאר את התפלגות משך תהליך קבלת ההחלטה.


Graph 5.11: DISTRIBUTION of DECISION MAKING PERIOD
no. of organizations
20
15
10
5
0
3
16
14
12
7
5
5
1 - 3
4 - 6
7 - 12
13 - 18
19 - 24
25 - 30
over 30
Decision Making Process (in Months)

5.18 הרחבות נדרשות ותכניות הצטיידות

רק כמחצית מן הארגונים הנסקרים סיפק מידע באשר להרחבות הנדרשות ותכניות ההצטיידות. מספרן של התחנות הנוספות הנדרשות בארגונים אשר דווחו על צורך, נע בין 1 ל- 300 עפ"י החלוקה הבאה:

37% מן הארגונים	1-2 תחנות נוספות.
34% מן הארגונים	3-5 תחנות נוספות.
9% מן הארגונים	בין 6 ל- 12 תחנות נוספות.
9% מן הארגונים	בין 15 ל- 25 תחנות נוספות.
8% מן הארגונים	למעלה מ- 40 תחנות נוספות.

רק 30% מן הארגונים הגדיר תקציב מתוכנן להצטיידות נוספת. תקציב זה נע בין 6,000 דולר לבין 100,000 דולר ב- 70% מן הארגונים.

משך הזמן הצפוי עד להרחבה הנדרשת נע בין 6 חודשים ל- 4 שנים.

5.19 סיכום הממצאים הבולטים והמסקנות בניתוח החד-מימדי

בפרק זה נידונו שאלות הסקר בניתוח חד-מימדי, כשכל שאלה נבחנת באופן עצמאי. עיקרי הממצאים והמסקנות בפרק זה הם:

* כ- 60% מן הארגונים משתמשים במערכת ב 1 עד 3 מתוך קטגוריות השימוש הבאות: שרטוט, תיכון, ייצור, אנליזות וסימולציות, ייצוג מוצקים, תכנון VLSI, ועריכת מעגלים.

* כ- 80% מן הארגונים משתמש במערכת התיב"מ לשרטוט דו-מימדי, וכ- 46% לשרטוט תלת-מימדי.

* 23% מן הארגונים נעזרים בשרותי לשכת שירות, בדר"כ בנוסף לשימוש עצמי במערכות תיב"מ בארגון.

* מספר תחנות העבודה הממוצע בארגון (להוציא מפעל תעשייתי גדול) הוא - 8.8, כשממוצע זה כולל תחנות עבודה חכמות ומסופים גרפיים.

  ב- 43% מן הארגונים נמצא שימוש בתחנת עבודה יחידה - בדר"כ PC. לעומת זאת מסוף גרפי יחיד נמצא רק ב- 7% מן הארגונים הנסקרים.
  ב- 82% מן הארגונים נמצא שימוש בתחנות עבודה חכמות, כלומר, מרבית משתמשי התיב"מ מבססים את מערכותיהם גם על תחנות עבודה חכמות.

* ממוצע ההשקעה בתיב"מ בארגון (ללא המפעל התעשייתי הגדול) הוא למעלה מ- 400 אלף דולר, אולם קרוב למחצית מן הארגונים השקיעו פחות מ- 50 אלף דולר, וכשני-שליש השקיעו פחות מ- 100 אלף דולר.
  רק 17% מן הארגונים השקיעו למעלה מ- 500 אלף דולר בחומרה ותוכנה לתיב"מ.

* המחיר הממוצע ל"כסא" בישראל (כש"כסא" מוגדר כסך כל ההשקעות ביישום תיב"מ מחולק במספר הכולל של תחנות העבודה בארגון) הוא - 38.25 אלף דולר. המחיר הממוצע ל"כסא" ללא המפעל התעשייתי הגדול הוא - 47.3 אלף דולר.
לשם השוואה, מחיר "כסא" בארה"ב נע בין 22-25 אלף דולר.

* בלמעלה מ- 50% מן הארגונים משתמשים במערכת התיב"מ עד 5 משתמשים פעילים בלבד, בעוד הממוצע הכללי הוא 25.

* מרבית הארגונים (כ- 75%) משתמשים במערכת התיב"מ במשמרת אחת בלבד ביום, ורק מיעוטם (17%) משתמש במערכת למשמרת וחצי. בארה"ב מפעילים כ- 50% מן הארגונים משמרת שניה.

משתמש יחיד מפעיל את תחנת העבודה במשך 3.7 שעות ביום בממוצע, כלומר, כ- 3 משתמשים בכל תחנת עבודה.

* כ- 85% מן הארגונים מצויידים בתוויין.

* שביעות הרצון הכללית ממערכת התיב"מ בארגונים הנסקרים היא טובה. שביעות הרצון מהידע ובקיאות הספק נמוכה מן הרמה הכללית.

* מרבית המערכות עמדו בציפיות הביצועים, אולם אכזבו בציפיות העלות. כלומר, יישומה המלא של מערכת תיב"מ בארגון חורג במקרים רבים מן האמצעים הכספיים שהוקצו למערכת.

* כמחצית מן הארגונים המשתמשים בתיב"מ מעשירים את המערכת בפיתוח עצמי של תוכנות ויישומים.

* הגורמים בארגון הממליצים על מערכת התיב"מ הם בעיקר צוות בדיקה (43% מן הארגונים) ו/או מהנדס ראשי (42%). לעומת זאת ברוב המקרים (75%) הגורם המאשר את הבחירה והרכישה הוא המנכ"ל, וב- 20% מן המקרים מאשר המהנדס הראשי.

* ב- 42% מן הארגונים נושא אגף ההנדסה והתכנון באחריות התפעולית למערכת התיב"מ. ב- 51% מן הארגונים כפוף מערך התיב"מ לאגף ההנדסה.

* ניתוח מספר המהנדסים והטכנאים המעורבים בתהליך הבחירה מגלה תופעה מענינת. בשני-שליש מן הארגונים משתתפים בתהליך בין 1-3 אנשים, ואולם בכ- 20% מן הארגונים משתתפים בתהליך למעלה מ-6 אנשים ונדגמו גם ארגונים בהם השתתפו עד 40 (!) איש בתהליך הבחירה. מספר המעורבים בתהליך נמצא בפרק ז' - ניתוח רב-מימדי - כגורם בעל השפעה רבה על היקף ההשקעה בתיב"מ בארגון.

* הסיבה הדומיננטית ביותר לבחירה המערכת היא המחיר - 54% מן הארגונים. הסיבה השניה היא יצרן המערכת והתאמתה לדרישות (49%). סבות נוספות הן הסוכן המקומי (20%) והכרות קודמת עם המערכת (19%). בדר"כ נמצאה יותר מסיבה אחת לבחירת המערכת.

* רק 31% מן הארגונים מכין תכנית אב ליישום תיב"מ. כ- 70% מן הארגונים מכין מפרט דרישות, וכמעט כל הארגונים (90%) מבצע השוואה בין ספקים אם כי לא תמיד על יסוד מפרט דרישות. רק 30% מן הארגונים שוכר את שירותיו של יועץ חיצוני.

* ב- 66% מן הארגונים קיימת יחידת ענ"א, אולם ברובם (75%) אין יחידת הענ"א מעורבת ביישום ותפעול התיב"מ, או שמעורבות זו מצומצמת ביותר.
רק ב- 7% מן הארגונים נמצאה יחידת הענ"א אחראית לתפעול מערך התיב"מ.

* בממוצע אורך תהליך קבלת ההחלטה לרכישת המערכת קרוב ל- 15 חודש, כשבמחצית מן הארגונים מתקבלת החלטה תוך פחות משנה.

פרק ו - ניתוח דו-מימדי של ממצאי הסקר

מטרת פרק זה היא לבחון את התלויות השונות בין המשתנים שנבחנו בסקר, במטרה לעמוד על הגורמים המשפיעים או מושפעים במידה רבה מרמת עומק השימוש בתיב"מ בארגון, ומאפיינים את עצם השימוש בתיב"מ בארגון.

במהלך ניתוח הנתונים התברר כי קיימים מספר משתנים אשר להם משמעות רבה, או שהם סיבה או תוצאה לתהליך קבלת ההחלטות ליישום תיב"מ בארגון.

6.1 ניתוח הענף התעשייתי

המסקנות העיקריות אשר נמצאו בניתוח הדו-מימדי של נתוני הסקר בחתך של חלוקה ענפית הן:

* השימוש בלשכת שירות בולט בענף הגומי והפלסטיק (80%), ובענף הממשלה (43%).

* לא נמצא קשר מובהק בין הענף התעשייתי אליו משתייך הארגון לבין מספר תחנות העבודה בארגון. כמו כן נמצאה שונות גבוהה בין הממוצעים בענפים השונים:

אלקטרוניקה	21 תחנות בממוצע
מתכת	3 תחנות
ממשלה וצבא	14 תחנות
בנין וארכיטקטורה	3 תחנות
גומי ופלסטיק	פחות מ- 2 תחנות בממוצע.

* הענפים בעלי מספר שנות ותק גבוה בענף התיב"מ הם: ממשלה, תעופה, אלקטרוניקה וארכיטקטורה. הענף הצעיר ביותר הוא ענף הגומי והפלסטיק.

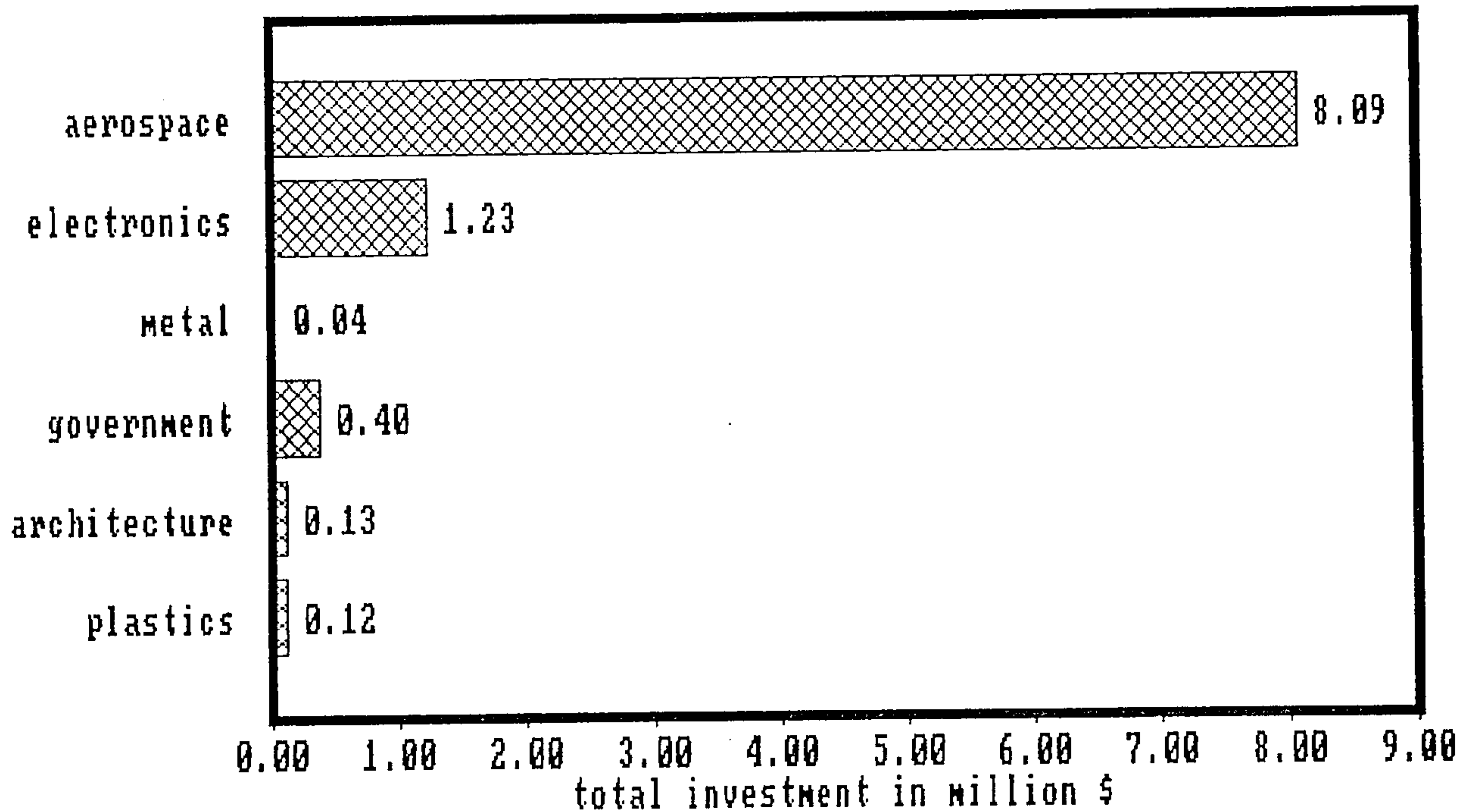
* קיימת שונות רבה מאד בין ממוצעי ההשקעה בתיב"מ בענפים השונים (ראה תרשים 6.1):

תעופה	8.09	מליון דולר לארגון.
אלקטרוניקה	1.23	מליון דולר
מתכת	40	אלף דולר
ממשלה	400	אלף דולר
ארכיטקטורה	130	אלף דולר
גומי ופלסטיק	120	אלף דולר לארגון.

כאשר בוחנים את המפעלים הקטנים והבינוניים בכל ענף בעלי מחזור שנתי שבין 1-25 מליון דולר, נמצא כי היקף השקעתם בתיב"מ נע בין 22 - 12 אלף דולר בלבד.

היקף ההשקעה בתיב"מ במפעלים בינוניים (100 - 25 מליון דולר בשנה) נע בין 97 - 36 אלף דולר.

* הענף הבולט במספר המשתמשים הגבוה הוא ענף האלקטרוניקה - 65 בממוצע. ענף זה בולט גם במספר שעות התעסוקה של תחנה ביום, העומד על 9.7 שעות. במפעלי האלקטרוניקה הבינוניים מגיע ממוצע זה גם ל- 11 שעות ביום.


G.1: AVERAGE INVESTMENT in CAD/CAM in SECTORS
aerospace
electronics
metal
government
architecture
plastics
8.09
1.23
0.04
0.40
0.13
0.12
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
total investment in million $

* שביעות הרצון מביצועי התיב"מ בחלוקה לענפים זהה לממוצע כלל המדגם. יש להדגיש את שביעות הרצון הנמוכה מן השרות ובקיאות הספק שנמצאה בענף הממשלה. יש לתהות האם ממצא זה נובע מיחס שונה שנותן הספק לגופים ממשלתיים, או ממבנהו של ענף הממשלה ונהליו, כמו גם מתחלופה גבוהה של משתמשים.

* הענפים השונים נבדלים בממוצע שונה של מספר המעורבים בתהליך הבחירה. מספר המעורבים הממוצע בענף הממשלה והצבא הוא - 9, ובענף האלקטרוניקה - 7.

* מפעלי אלקטרוניקה שמחזורם השנתי למטה מ- 100 מליון דולר, אינם מכינים כלל תכנית אב ליישום תיב"מ.
מפעלי האלקטרוניקה הקטנים, אינם מבצעים השוואה בין ספקים - כלומר, הם יודעים מראש איזו מערכת תרכש.
נמצא גם כי אותם מפעלי אלקטרוניקה זריזים מאד בתהליך הבחירה של המערכת - פחות מ- 5 חודשים.

ניתוח נתוני הסקר על פי חלוקה ענפית של הארגונים הנדגמים, איננו מוביל למסקנות ברורות המפרידות או מבליטות ענף מסוים.
כמו-כן, לא השפיעה החלוקה הענפית על הקטנה משמעותית בסטיות התקן של הממוצעים הענפיים, לעומת הממוצע הכללי.

כצפוי, הענפים הותיקים בתחום התיב"מ (תעופה, אלקטרוניקה, ממשלה וארכיטקטורה) הינם הבולטים בניצול משאבי התיב"מ שלהם.
לתשומת לב מיוחדת ראוי ענף הגומי והפלסטיק שהינו ענף צעיר יחסית בתחום התיב"מ, עם ותק של כ- שנתיים ורבע, והשקעה ממוצעת של כ- 120 אלף דולר לארגון.

6.2 ניתוח רמת עומק השימוש בתיב"מ

עומק השימוש בתיב"מ מוגדר כרמות 1 עד 3 עפ"י האפיון הבא: (ראה פרק ד')

רמה 1 -
שימוש בתיב"מ ככלי עזר טכנולוגי ובעיקר שרטוט.

רמה 2 -
ניצול מלא או חלקי של תיב"מ בתהליך התכנון.

רמה 3 -
אינטגרציה מלאה, או כמעט מלאה, של מערכות התיב"מ בכל תהליכי התיכון והייצור.

ההתפלגות הכללית של הארגונים במדגם על פי רמת עומק השימוש, היא:

רמה 1 - 20 ארגונים (25.3%)
רמה 2 - 46 ארגונים (58.2%)
רמה 3 - 13 ארגונים (16.5%)

6.2.1 ניתוח ענפי התעשיה בחתך רמת עומק השימוש

מרבית הענפים נמצאו דומים לממוצע והתפלגו ביחסים דומים ליחס במדגם כולו, למעט ענפי הממשלה והארכיטקטורה בהן **לא נמצאה כלל רמה 3.** ההתפלגות של כל ענפי הממשלה והארכיטקטורה בין רמות 1 ו- 2 שונה מהממוצע בכך שכל ההפרש האחוזי מהעדר רמה 3 התוסף ברמה 1, כדלקמן:

	ממשלה	בנין וארכיטקטורה
רמה 1	42.9%	35.7%
רמה 2	57.1%	64.3%

ממצאים אלו אינם מפתיעים, לפחות לגבי ענף הבנין וארכיטקטורה, בו רוב המשתמשים הינם משרדי ארכיטקטים ומשרדים הנדסיים שאינם עוסקים בייצור. לגבי המפעלים הממשלתיים (הכוללים גם צבא) יתכן ומיעוט הנתונים במדגם (7 בלבד) עלולים לשקף תמונה מקרית שאינה משקפת מציאות, אם כי יתכן והעדר אינטגרציה מלאה של מערכות תיב"מ היא אכן המציאות בענף זה.

בענפי האלקטרוניקה והמתכת נמצא כי היחס בין מספר הארגונים ברמה 3 לעומת הממוצע הכללי הוא גבוה, בעיקר על חשבון רמה 1. היחסים בענפים אלו הם כדלקמן:

	אלקטרוניקה	מתכת
רמה 1	14.3%	19.0%
רמה 2	61.9%	52.4%
רמה 3	23.8%	28.6%

המסקנה הנובעת מנתונים אלו היא שענפים אלו - הותיקים והמנוסים בתחום התיב"מ - הגיעו לבשלות המאפשרת אינטגרציה מלאה של מערכות התיב"מ באחוזים ניכרים. כמו כן בענפים אלו הוכחה הכדאיות הכלכלית ביישום מלא ואינטגרטיבי על מנת לחסוך בשעות יקרות של מכונות הייצור.

6.2.2 ניתוח גדלי ארגונים בחתך רמת עומק השימוש

ניתוח גדלי ארגונים המשתמשים בתיב"מ בחתך **רמת עומק השימוש** בתיב"מ מרמז על קשר לינארי בין גודלו של הארגון (עובדים, מהנדסים ומחזור שנתי) לבין רמת עומק השימוש בתיב"מ.

טבלה 6.2 - גודל הארגון בחתך רמת עומק השימוש בתיב"מ

	מספר עובדים ממוצע	**מספר מהנדסים** ממוצע	**מחזור שנתי** (באלפי $) ממוצע
כלל המדגם	862	250	58,392
רמה 1	182	50	9,215
רמה 2	542	89	31,297
רמה 3	3,142	1,319	175,725

ניתוח השונות מצביע על קשר לינארי ברור בין הממוצעים לבין רמת עומק השימוש בתיב"מ ברמת מובהקות קטנה מ- 0.01.

6.2.3 היקף ההשקעה בתיב"מ, מספר התחנות ומספר המשתמשים בחתך של רמת עומק השימוש בתיב"מ

ניכר מניתוח הנתונים כי קיים קשר ליניארי בין החלוקה לרמות עומק השימוש בתיב"מ לבין היקף ההשקעה בתיב"מ, מספר תחנות העבודה ומספר המשתמשים.

טבלה 6.3 - היקף השקעה בתיב"מ, תחנות ומשתמשים בחתך רמות עומק השימוש

	היקף השקעה אלפי $	מספר תחנות	מספר משתמשים	מספר משתמשים לתחנה	עלות--ממוצעת לתחנה (אלפי דולרים)	למשתמש
כלל מדגם	939	24	60	2.46	38	15
רמה 1	91	4	6	1.58	23	15
רמה 2	307	7	21	3.06	44	14
רמה 3	4158	114	270	2.37	36	14

6.2.4 מידת המעורבות של יחידת הענ"א בארגון בחתך עומק השימוש

לא נמצא קשר מובהק בין רמת המעורבות של יחידת הענ"א/מערכות המידע בארגון לבין רמת עומק השימוש בתיב"מ, ובסה"כ במרבית הארגונים (כ- 81%), אין כל מעורבות או שהמעורבות היא נמוכה ביותר. יחד עם זאת, קיימת מידה מסוימת של מתאם חיובי בין רמת עומק השימוש לרמת המעורבות.

בחינת הנתונים מצביעה על מגמה של מעורבות גבוהה יותר ברמת עומק שימוש גבוהה יותר. כלומר, ככל שנדרשת אינטגרציה גבוהה יותר של מערכות התיב"מ בארגון, גדלה מעורבות יחידת הענ"א בארגון בפעילות התיב"מ.

6.2.5 מסקנות מניתוח **רמת עומק השימוש בתיב"מ**

רמת עומק השימוש בתיב"מ נמצאה כמשתנה היחיד אשר חלוקת אוכלוסית המדגם על פיו הפחיתה בצורה משמעותית את סטית התקן בממוצעי המשתנים השונים בכל רמה.

המסקנות העיקריות מניתוח נתוני המדגם עפ"י **רמת עומק השימוש בתיב"מ הן:**

* בענפי האלקטרוניקה והמתכת ניכר שיעור גבוה של רמת אינטגרציה בין תיכון וייצור (רמה 3), בהשוואה לממוצע הכללי. לפיכך ניתן להסיק כי ענפים אלו בשלים ומנוסים יותר ליישום אינטגרטיבי של מערכות התיב"מ בארגון, תוך ניצול הכדאיות הכלכלית של אינטגרציה זו.

* קיים קשר לינארי מובהק בין רמת עומק השימוש בתיב"מ לבין גודל הארגון - כשגודל הארגון נמדד הן במונחים של מספר מהנדסים וטכנאים והן במחזור השנתי.

* קיים קשר לינארי מובהק בין רמת עומק השימוש בתיב"מ לבין היקף ההשקעה בתיב"מ בארגון.
היקף ההשקעה הממוצעת בתיב"מ של מפעלים המסווגים ברמה 2 (תיכון) גדול פי 3 לעומת המפעלים המסווגים ברמה 1 (כלי עזר לשרטוט).
היקף ההשקעה הממוצעת של מפעלים המסווגים ברמה 3 (אינטגרציה מלאה של תיכון וייצור) גדול פי 40 (!) לעומת המפעלים המסווגים ברמה 1.

* ככל שעולה מספר שנות השימוש בתיב"מ בארגון, גדלה ההסתברות שרמת עומק השימוש בתיב"מ בארגון תהיה גבוהה יותר.

* ככל שעולה רמת עומק השימוש בתיב"מ בארגון, עוברת האחריות התפעולית מגורמי ההנדסה והתכנון אל מנהל התיב"מ וקבוצת המשתמשים. ייתכן והסיבה נעוצה בעובדה שתפקיד מנהל תיב"מ אינו קיים בארגונים המסווגים ברמת עומק שימוש נמוכה יותר.

6.3 ניתוח משתנים שונים בחתך של קבוצות מחזור שנתי

ניתן להצביע על מספר מסקנות עיקריות מניתוח המשתנים השונים בחתך של קבוצות המחזור השנתי:

1. קיים מתאם חיובי ברור בין היקף המחזור השנתי של הארגון ובין השקעתו בתיב"מ, מספר שנות שימוש, מספר התחנות ומספר המשתמשים.

היקף מחזור שנתי (במליוני דולר)	ממוצע השקעה בתיב"מ בקבוצה (באלפי דולרים)	
פחות מ- 1	36	(11 ארגונים)
5 - 1	88	(15 ארגונים)
20 - 6	597	(13 ארגונים)
100 - 21	484	(6 ארגונים)
למעלה מ- 100	5566	(9 ארגונים)

2. לא התגלה מתאם ברור בין היקף המחזור השנתי לבין מספר השעות שבו מועסקת כל תחנה ביום.

3. לא התגלה מתאם ברור בין היקף המחזור השנתי לבין מספר החודשים הכולל שארך תהליך ההחלטה לרכישת מערכת התיב"מ בארגון.

4. מבין קבוצות המחזור בולטת במיוחד קבוצת הארגונים שמחזורם השנתי נע בין 5 - 20 מליון דולר. המאפיין קבוצה זו הוא שבכל אחד מן המשתנים שנבחנו היא חרגה כלפי מעלה, ועלתה בממוצע שלה על הקבוצה הבאה אחריה של מפעלים בעלי מחזור של 20 - 100 מליון דולר בשנה.
במיוחד התבטא ההבדל בותק הממוצע של קבוצה זו בשימוש בתיב"מ (4.31 שנים לעומת 3.83 שנים), בהיקף ההשקעה הממוצע בתיב"מ (597,000$ לעומת 484,000$), ובמספר המשתמשים הממוצע (52 לעומת 21).

בניתוח נתוני הוצאות ענ"א עפ"י גודל ארגונים (ראה: Lodlum, 1988), נמצא כי תופעה דומה קיימת גם בהוצאות הענ"א אצל ארגונים בעלי מחזור שנתי של 10 - 100 מליון דולר.

5. קיים מתאם חיובי בין מספר המשתתפים בתהליך הבחירה לבין קבוצת המחזור השנתי. ממוצע המדגם = 4.72, ובחלוקה לקבוצות מחזור נע הממוצע בין 1.78 לבין 13.86 בהתאמה, כאשר שוב בולטת קבוצת המחזור 20 - 5 לעומת הקבוצה הבאה אחריה.

6. השימוש ביועץ חיצוני בהגדרה, בבחירה וביישום מערכת התיב"מ בארגון נמצא בכל המדגם אצל 30% מן הארגונים בלבד.
אחוז זה גבוה מאד - 73% - בקבוצת הארגונים הקטנים בעלי מחזור של עד 1 מליון דולר בשנה ויורד במתאם שלילי ככל שעולה המחזור השנתי בארגון.

6.4 ניתוח מספר תחנות העבודה בארגון

6.4.1 מספר תחנות העבודה כפונקציה של מספר שנות שימוש בתיב"מ

קיים קשר לינארי חיובי ומובהק בין מספר תחנות העבודה בארגון לבין מספר השנים מאז הוכנסה לארגון מערכת התיב"מ הראשונה.
קשר זה הוא הגיוני וטבעי, שכן בכל הכנסת טכנולוגיה לארגון מקובל לזהות תהליך אבולוציוני המתבצע בשלבים, וככל שגדל מספר שנות השימוש גדלה המודעות וגדל מספר תחנות העבודה בארגון, אולם אין לראות שני משתנים אלו כזהים.

הקשר הלינארי מופר בשנה השלישית לשימוש בתיב"מ בארגון - כאשר מספר התחנות הממוצע יורד למינימום. תופעה זו של "השנה השלישית" חוזרת גם במשתנים נוספים כגון: היקף השקעה בתיב"מ, מספר משתמשים ומספר חודשי החלטה.

ההסבר לתופעה זו נובע כנראה לא מעצם היותה השנה השלישית לשימוש, אלא כנראה מהיותה שנת 1985 - שנה בה חלו תהפוכות רבות בכלכלה הישראלית: אינפלציה גבוהה ביותר אשר נקטעה ביולי בתכנית כלכלית דרסטית - ועקב כך השתנתה מערכת השיקולים בתכניות הצטידות ובהשקעות הוניות.

קו הרגרסיה של מספר תחנות העבודה כאשר מספר שנות השימוש הוא המשתנה המסביר היחידי הינו:

הקבוע - A = -0.834
השיפוע - B = 1.945

כלומר, שנת "ותק" משמעותה תוספת של כ- 2 תחנות עבודה בארגון.

6.4.2 נתוח מספר תחנות העבודה, היקף ההשקעה ומספר המשתמשים

קיים קשר לינארי חיובי מובהק בין מספר תחנות העבודה לבין סך היקף ההשקעה בתיב"מ. היקף ההשקעה בתיב"מ, כפי שהוגדר בפרק ה', כולל את סך ההשקעה בחומרה, בתוכנה, בבחינת המערכת, בהדרכה ובשימוש ביועצים חיצוניים.

קשר לינארי זה אינו מפתיע, שכן מקובל בתיב"מ לשקלל את כל העלויות למחיר "כסא" המשקף את העלות הממוצעת הכוללת של כל תחנת עבודה. (ראה: C. MACHOVER, 1985 & 1986)

קו הרגרסיה של היקף ההשקעה בתיב"מ כאשר מספר התחנות הוא המשתנה המסביר היחידי הינו:

הקבוע - A = 63.86
השיפוע - B = 27.28

המסקנה הנובעת מקשר זה היא שב- 95% מן המקרים קיימת עלות סף אשר נעה בין 15 ל-110 אלף דולר, ומחיר כל כסא הוא בין 20 ל- 34 אלף דולר.
מסקנה זו מבוססת על 62 תשובות במדגם בכל רמות עומק השימוש.

במקביל לקשר זה נמצא מתאם לינארי חיובי ומובהק בין מספר תחנות העבודה בארגון לבין מספר המשתמשים בתיב"מ בארגון.

ניתוח הנתונים מורה כי לאחר שקיימות בארגון שתי תחנות עבודה, כל משתמש נוסף צורך בערך רבע תחנת עבודה. או - תחנה נוספת תרכש לאחר שיהיו כ-4 משתמשים נוספים.

ניתוח נתוני מספר המשתמשים מורה כי קיים מתאם לינארי חיובי ומובהק בין היקף ההשקעה בתיב"מ ובין מספר המשתמשים במערכת (החל מן המשתמש הרביעי), כפי שמורה הטבלה:

מספר משתמשים בארגון	**ממוצע השקעה בתיב"מ לארגון** (באלפי דולרים)
משתמש יחיד	38.50
2	29.36
3	25.40
4 -5	154.22
6 - 10	98.90
11 - 50	576.25
למעלה מ- 50 (ללא המפעל התעשייתי הגדול)	2480.72

המסקנה מנתונים אלו היא כי בארגונים בהם 1 עד 3 משתמשים, קיים יחס הפוך בין היקף ההשקעה הממוצע בארגון לבין מספר המשתמשים.
החל מ- 4 משתמשים ומעלה נמתח יחס ישר-עולה בין מספר המשתמשים והיקף ההשקעה הממוצע בארגון, כאשר קבוצת הארגונים בהם 4 עד 5 משתמשים (15% מן המדגם) בולטת מעל לקו הרגרסיה.

6.4.3 ניתוח היקף ההשקעה ביחס למספר המעורבים בתהליך הבחירה

מתאם לינארי חיובי ומובהק נמצא בין היקף ההשקעה בתיב"מ לבין מספר המעורבים בתהליך הבחירה של מערכת התיב"מ.

קשה מנתונים אלו לקבוע מיהו המשתנה התלוי ומיהו המשתנה המסביר, שכן יתכן ומספר המעורבים משפיע על גודלה של ההשקעה בפועל ויתכן, שכאשר מתכנן ארגון השקעה גדולה בתיב"מ מעורבים בתהליך הבחירה מספר גדול יותר של אנשים בעלי תפקידים שונים. נקודה זו תבחן בפרק ז' בניתוח הרב-מימדי.

קו הרגרסיה המתאר את היקף ההשקעה בתיב"מ כאשר מספר המעורבים בתהליך הבחירה הוא המשתנה המסביר היחידי הינו:

הקבוע - A = -297.04
השיפוע - B = 159.03

מנתונים אלו, המבוססים על 59 מקרים, עולה כי כל משתתף נוסף בתהליך הבחירה עשוי להוסיף בין 110 ל-200 אלף דולר להיקף ההשקעה בתיב"מ. חשוב להדגיש כי מדובר בעיקר במערכות הגדולות, כאשר מעורבים למעלה מ-4 אנשים בתהליך.

6.5 מתאמי שביעות רצון וציפיות שהתאמתו

בשאלון נכללו מספר שאלות אשר נגעו לשביעות הרצון מביצועי המערכת מרמת החומרה, התוכנה, בקיאות ושרות הספק ורמה כללית של שביעות רצון מביצועי התיב"מ בארגון. כמו כן נכללו בשאלון שתי שאלות אשר נגעו לרמת הציפיות מביצועי המערכת ומן העמידה בציפיות העלות שלה.

שאלות שביעות הרצון דורגו מ-1 עד 5 בסדר עולה של שביעות רצון, ושאלות העמידה בציפיות דורגו מ-4 ל-1 בסדר יורד.

הנחת המוצא במחקר זה היא שקיים מתאם שלילי מובהק (בשל המדרג ההפוך) בין רמת שביעות הרצון לבין רמת הציפיות, שכן שתי קבוצות השאלות נוגעות למדדים של שביעות רצון מהשימוש בתיב"מ בארגון הן במישור הביצועי והן במישור של התאמה בין תכנון לביצוע.

בבדיקת המתאם בין רמת שביעות הרצון הכללית מביצועי המערכת לבין רמת הצפיות מן הביצועים ומן העלויות נמצאו הקשרים הבאים:

1. קיים מתאם לינארי שלילי בין שביעות הרצון הכללית מביצועי התיב"מ בארגון לבין העמידה בצפיות מביצועי התיב"מ.
כלומר, ככל שגדולה רמת שביעות הרצון מביצועי התיב"מ בארגון (וברוב הארגונים - רמת שביעות הרצון היא גבוהה), כך התאמתו הצפיות מביצועי המערכת במלואן או ברובן.

2. לא קיים מתאם לינארי בין רמת שביעות הרצון הכללית מביצועי התיב"מ בארגון לבין העמידה בציפיות באשר לעלויות המערכת.
המסקנה הנובעת מעובדה זו היא שבעוד רמת שביעות הרצון היא גבוהה במרבית הארגונים ממרבית המערכות - הר"י קיימת מידה רבה של אכזבה באשר לעלויות. ואכזבה בעלויות משמעותה - עלויות גבוהות מן התכנון.

מסקנה זו ניתן לתרגם למספר משמעויות:
1. ייתכן ותחזיות העלות הנעשות בשלב התכנון נמוכות/אופטימיות מידי.
או -
2. קיים תהליך של המשך השקעה והוצאות על מרכיבים בלתי צפויים אשר גורמים לייקור המערכת בפועל, ולמרות שביעות הרצון, וההרגשה שהמערכת ממלאת את הציפיות ממנה - נוצרת תחושה שהעלויות חורגות מן התכנון.

6.6 סיכום הניתוח הדו-מימדי.

לסיכום פרק הניתוח הדו-מימדי, ניתן לאמר כי הגורם בעל ההשפעה הרבה ביותר, והמבדיל בצורה ברורה בין מאפייניהם השונים של משתמשי התיב"מ הוא - **רמת עומק השימוש בתיב"מ.**

מסקנות מרכזיות נוספות הן:

1. הענף התעשייתי אליו משתייך הארגון כמעט ואינו משפיע על מאפייני התנהגותו והחלטותיו בתחום יישום התיב"מ. ייתכן והעדר ההשפעה הענפית נובע מגודלו הכולל של המדגם - 79 חברות, אשר בחלוקה ענפית אינו מהווה גודל מדגם מספיק למציאת מאפיינים מובהקים.

   יחד עם זאת, אין כל ספק כי הענף הבולט ביותר בשימוש וניצול משאבי התיב"מ הוא ענף האלקטרוניקה. בענף זה גם נמצאה רמת אינטגרציה גבוהה בין תיכון לייצור.

2. קשר לינארי חשוב נמצא בין היקף ההשקעה בתיב"מ בארגון, ובין מספר המעורבים בתהליך הבחירה של מערכת התיב"מ.

3. שביעות הרצון הכללית מביצועי המערכת נמצאה גבוהה בכל הענפים. אולם, מאידך, בולטת האכזבה מהתממשות הציפיות באשר לעלויות המערכת, וההערכות לגבי היקף ההשקעה הצפוי נמוכות מן ההשקעות בפועל.

   כנראה שבארגונים רבים, מוערך היקף ההשקעה בתיב"מ באופן לא ריאלי, והעלות בפועל עולה על התכנון.
   יש לקחת נקודה זו בחשבון כאשר מעריכים ומתקצבים יישום של מערך תיב"מ חדש בארגון, או מרחיבים מערך קיים.

פרק ז - ניתוח רב-מימדי

מטרת פרק זה היא לבחון ולנתח מספר משתנים בעלי השפעה הדדית חזקה, או משתנים שסביר לצפות קיום קשר ביניהם. הניתוח הוא כלפי כלל אוכלוסית המדגם, ועל פי **רמת עומק השימוש בתיב"מ**.

כדי לבדוק את השפעתו היחסית של כל משתנה מסביר על המשתנה הנבדק (המשתנה התלוי), בוצעה הרצה של רגרסיה בשלבים (STEPWISE).
בבדיקה כזו נמצא אחוז השונות של המשתנה התלוי המוסבר ע"י כל אחד מן המשתנים המסבירים, כאשר נבדקת ונמדדת גם השפעתם ההדדית של המשתנים.

7.1 ניתוח רב-מימדי של היקף ההשקעה בתיב"מ

המסקנה מניתוח רב-מימדי של היקף ההשקעה בתיב"מ היא שמספר המעורבים בתהליך הבחירה הינו משתנה חשוב ביותר בקביעת השונות המוסברת של היקף ההשקעה בתיב"מ (וזאת לאחר שמוציאים את מספר המשתמשים ומספר התחנות מרשימת משתני הרגרסיה בשלבים).

כמו כן גם ל"ותק" בתחום התיב"מ יש השפעה מסוימת על היקף ההשקעה בתיב"מ. ההסבר להשפעת מספר השנים מאז הרכישה הראשונה על היקף ההשקעה בתיב"מ יכול להיות מנומק בשתי סיבות:

1. עצם הכניסה לתחום התיב"מ הינה נתיב חד סטרי של השקעות ותמורות, וככל שמשך השימוש בתיב"מ גדל, גדל היקף ההשקעה בתיב"מ.

2. ציוד התיב"מ מוזל משנה לשנה וביצועיו משתפרים משנה לשנה, כלומר, היחס עלות/תועלת משתפר משנה לשנה. לפיכך ניתן בכל שנה להשקיע פחות על מנת לקבל את התפוקה והתמורה עבורה הושקע יותר, שנה קודם לכן. במילים אחרות, הוזלת מחיר ה"כסא", מותירה את הותיקים בהשקעות גדולות יותר מן המצטרפים החדשים למעגל משתמשי התיב"מ.

בחינת השפעת הוספתו של המחזור השנתי של המפעל לרשימת המשתנים המסבירים את היקף ההשקעה בתיב"מ העלתה כי קיים מתאם לינארי חיובי חזק מאד בין היקף ההשקעה בתיב"מ לבין המחזור השנתי.

7.2 ניתוח רב-מימדי של גורמי שביעות רצון ועמידה בצפיות

בניתוח רב-מימדי של גורמי שביעות הרצון, נבדקו משתני שביעות רצון כללית מביצועי התיב"מ בארגון ורמת השרות של הספק כפונקציה של משתנים שונים כשאת המשתנים: היקף השקעה, מספר תחנות ומספר משתמשים מייצג רק משתנה היקף ההשקעה בתיב"מ.

מבין כל המשתנים המסבירים האפשריים לרמת שביעות הרצון הכללית משימוש בתיב"מ בארגון נמצא רק משתנה מסביר אחד בעל רמת מובהקות מתקבלת, והוא - **מספר החודשים שנדרש להדרכה ותרגול המשתמשים**.

אולם מספר חודשי ההדרכה מסביר רק 9.65% מן השונות ברמת מובהקות של 0.025 ולפיכך המסקנה מתוצאה זו היא ששביעות הרצון איננה ניתנת להסבר על סמך נתוני מדגם זה. היקף השימוש, מספר שנות שימוש בתיב"מ, מספר השימושים ומשתנים אחרים אינם מובהקים דיים כדי להסביר את שביעות הרצון. (כזכור, נמצאה שביעות הרצון הכללית הממוצעת - גבוהה).

המסקנה השניה היא כי אחוז השונות הניתן להסבר מתמקד במספר חודשי ההדרכה והתרגול ביחס הפוך - כלומר, ככל שתהליך ההדרכה הוא קצר יותר, כך רבים הסיכויים שרמת שביעות הרצון מן המערכת תהיה גבוהה יותר. מסקנה זו מתישבת עם הדעה כי ששת החודשים הראשונים להכנסת תיב"מ לארגון הם הקריטיים ביותר להצלחת השימוש התיב"מ בארגון. (ראה: C. MACHOVER, 1985 & DARATECH, 1984)

בחינת העמידה בציפיות נחלקת לציפיות מביצועי התיב"מ, ולציפיות בנושא העלות.
בניתוח רב מימדי של עמידה בציפיות ביצועי מערכת התיב"מ נמצא, כצפוי, מתאם לינארי שלילי מובהק בין העמידה בצפיות מביצועים לבין שביעות הרצון הכללית. כלומר, שני המשתנים הללו, למרות שנוסחו בסדר הפוך, נמצאו מתואמים ועקביים בתשובות לשאלון המחקר. לעומת זאת, בניתוח רב-מימדי של עמידה **בציפיות העלות** של מערכת התיב"מ נמצא **מספר המעורבים בתהליך הבחירה** כמשתנה המסביר 14.54% מן השונות ברמת מובהקות = 0.0058.

המסקנה הנובעת מתוצאה זו היא כי מספר המעורבים בתהליך הבחירה, אשר נמצא כזכור גם כגורם החשוב ביותר בהסברת השונות של היקף ההשקעה בתיב"מ, הוא משתנה אשר ככל שערכו גבוה יותר כך גדלה ההסתברות שההשקעה תהיה גדולה, והעמידה בצפיות העלות מן המערכת יכזיבו. כלומר, ככל שמעורבים יותר אנשים בתהליך בחירת מערכת התיב"מ, גדל הפער בין העלות המתוכננת לעלות המושקעת בפועל.

7.3 ניתוח רב מימדי בחלוקת משנה לרמות עומק השימוש

החלוקה **לרמת עומק השימוש** מגדירה סוגים שונים של ארגונים, בכל הענפים, אשר להם יעדים שונים בשימוש בתיב"מ בארגון.

במטרה לאפיין כל רמה, ולאתר את הקשרים והמתאמים המאפיינים כל רמה, חולקה אוכלוסית המדגם על פי רמת עומק השימוש בתיב"מ, ובוצע ניתוח דו-מימדי ורב מימדי בכל רמה.

הניתוח בוצע רק על חלק קטן מן המשתנים שנותחו בפרקים ה' ו-ו', וכמו-כן קטנה האוכלוסיה הנבדקת בכל רמה למימדים אשר מחייבים את מחברי המחקר להצהיר כי אינם מובהקים ברמה מספקת.

טבלה 7.1 מפרטת את תמצית הממוצעים של המשתנים העיקריים בכל רמת עומק שימוש ובמדגם כולו.

הערה: ברמה 3 ובממוצע הכללי, נכללו בחלק מן המשתנים מספרים בסוגריים, המבטאים את הממוצע ללא המפעל התעשייתי הגדול.

<u>טבלה 7.1 - תמצית ממוצעים לרמות עומק השימוש בתיב"מ</u>

משתנה	רמה 1	רמה 2	רמה 3		ממוצע כללי	
מספר עובדים	182	541	3141	(1609)	862	(607)
מספר מהנדסים וטכנאים	50	89	1319	(465)	250	(127)
מחזור שנתי (מליוני $)	9.2	31.3	175.7	(101)	58.4	(41)
תחומי שימוש:						
גרפיקה	40%	41%	31%		39%	
תיכון מכני	45%	59%	77%		58%	
עבוד שבבי	10%	26%	85%		32%	
תיכון אלקטרוני	10%	35%	46%		30%	
בנין וארכיטקט.	30%	22%	8%		22%	
מספר שנים בתיב"מ	2.9	3.9	5.5	(4.7)	3.9	
השקעה בתיב"מ (אלפי $)	91	307	4158	(1373)	939	(417)
מספר תחנות עבודה	4	7	114	(24)	24	(9)
מספר משתמשים	6	21	270	(68)	59	(25)
מספר שעות תחנה ביום	5.8	8.9	7.3		7.9	
אחוז שימוש במחשב לצרכי לתיב"מ	63%	73%	85%		73%	
שימוש בתוויינים	85%	89%	85%		87%	
שימוש ב- HARDCOPY	15%	41%	54%		37%	
שימוש במספרתים	45%	28%	23%		32%	
שביעות רצון כללית	3.3	3.6	3.7		3.6	
חומרה	3.7	3.6	3.9		3.7	
תוכנה	3.3	3.7	3.8		3.6	
בקיאות ספק	2.9	3.3	3.5		3.2	
שירות ספק	3.1	3.5	3.3		3.4	
חודשי הדרכה	2.7	3.1	3.2		3.0	
מקבלי החלטות רכישה						
-מנכ"ל/הנהלה	80%	76%	62%		75%	
-סמנכ"ל	10%	15%	38%		18%	
-מהנדס ראשי	15%	24%	15%		20%	
-צוות בדיקה	10%	9%	15%		10%	
-מנהל ענ"א	5%	4%	0%		4%	

)

משתנה	רמה 1	רמה 2	רמה 3	ממוצע כללי
קיום יחידת ענ"א	70%	54%	77%	62%
רמת מעורבות יחידת הענ"א בתיב"מ - (1-לא, 5-מעורבת)	1.3	1.7	2.1	1.7
שילוב תיב"מ וענ"א	10%	13%	31%	15%
שילוב תיב"מ וייצור	15%	30%	100%	38%
שילוב תיב"מ שונים	0%	24%	54%	23%
סבות עיקריות בהחלטה לרכישה				
- מחיר	50%	54%	62%	54%
- יצרן/התאמה	20%	54%	77%	49%
- נציג מקומי	10%	24%	23%	20%
- מערכת שניה	5%	15%	15%	13%
- משתמשים בארץ	15%	15%	15%	15%
- הכרות קודמת	20%	22%	8%	19%
- קשר לחברת אם/ספק	0%	15%	8%	10%
- סבות אחרות	25%	9%	31%	16%
תכנון מוקדם				
- הכנת תכנית אב	25%	33%	31%	30%
- סקר דרישות	70%	65%	69%	67%
- הכנת מפרט דרישות	65%	63%	85%	67%
- השואה בין ספקים	80%	91%	92%	89%
מספר מעורבים בבחירה	3.2	4.9	6.5	4.7
משכי החלטה (בחודשים) בין הגדרה לרכישה	14.7	15.0	11.3	14.4

7.4 נתונים מאפיינים לארגון בכל רמת עומק שימוש

ממוצעים	רמה 1	רמה 2	רמה 3 (ללא מפעל תעשייתי גדול)
התפלגות המדגם	**25%**	**58%**	**17%**
מספר עובדים	180	540	1,600
מהנדסים וטכנאים	50	90	460
מחזור שנתי (מליוני דולר)	10	30	100
השקעה (אלפי דולר)	90	300	1,400
מספר שנים	3	4	5
מספר תחנות	4	7	24
מספר משתמשים	6	21	68
שעות תעסוקה ביום	6	9	7.5
מעורבים בבחירה	3	5	6-7
שימושים עיקריים	שרטוט מכני ארכיטקט.	מכני אלקטרוני שרטוט	עבוד שבבי מכני אלקטרוני

לסיכום, קיימים ערכים מאפיינים לכל רמה של עומק שימוש בתיב"מ, ואין ספק שרמה גבוהה יותר של עומק שימוש במשאבי המערכת ויצירת אינטגרציה בין תיכון וייצור, מחייבים תשתית של ארגון גדול ומבוסס, בעל מחזור שנתי גדול, מסורת ותיקה ומנוסה של שימוש תיב"מ, ומבנה ארגוני מתאים.

הנתונים מורים כי קיים קו מגמה עולה. ככל שעולה רמת עומק השימוש בתיב"מ בארגון, כך -

- נדרש ארגון גדול יותר.
- קיים הבדל בתחומי השימוש בתיב"מ.
- עולה מספר שנות השימוש בתיב"מ.
- גדל באופן משמעותי היקף ההשקעה בתיב"מ.
- גדל מספר תחנות העבודה ומספר המשתמשים.
- משתנה הרכב השותפים לתהליך ההחלטה והאישור של רכש תיב"מ, ומשתנה הרכב הסיבות העיקריות לרכישה.
- גדלה מעורבותה של יחידת הענ"א בארגון בתחום התיב"מ.
- גדל מספר האנשים המעורבים בתהליך הבחירה.
- מתקצר מספר החודשים החולף מן ההגדרה ועד לרכישה.

פרק ח - מחקרים מקבילים בחו"ל ותחזיות

מספר רב של מחקרים בנושאי תיב"מ נערך מידי שנה בעיקר בארה"ב, אשר בה נולד התיב"מ וקצב התפתחותו הוא המהיר והאינטנסיבי ביותר.

8.1 תחזיות בשוק התיב"מ

8.1.1 תחזית לשוק CAD/CAE לשנת 1988

יצרני התיב"מ בתחומי התיכון (CAD) וההנדסה (CAE) לשוק האלקטרוניקה צופים כי שנת 1988 תהיה שנה נוספת של גידול אם כי מתון יותר משנת 1987.

תחזיתם היא כי שוק התב"מ (CAD) וההב"מ (CAE) כולו (ארה"ב) יגדל בשנת 1988 בכ- 29% להיקף של 1.7 מליארד דולר, לעומת גידול של כ- 32% בשנת 1987. (היקף השוק האמריקאי בתחומים אלו בשנת 1987 היה כ- 1.3 מליארד דולר, ובשנת 1986 כ- 1 מליארד דולר).

ההערכה היא כי הגידול המוערך בתחומים השונים הוא:

מכירות ציוד וחומרה - 19% גידול (לעומת 22% בשנת 1987)
מכירות תוכנה - 41% גידול (לעומת 42% בשנת 1987)

ומתוכם -
מערכות מבוססות PC - 31% גידול (לעומת 46% בשנת 1987)
מערכות מבוססות 32-bit 20% גידול (כמו בשנת 1987).

טבלה 8.1 - תחזית גידול במכירות ציוד תיב"מ לתעשית האלקטרוניקה בארה"ב

	אחוז גידול שנת 1987	אחוז גידול שנת 1988
סה"כ חומרת CAD/CAE	21.6%	18.9%
סה"כ תחנות עבודה	20.0%	18.1%
PC-Based	46.1%	30.9%
32-bit	20.0%	19.8%
Host Based	0%	0%
ציוד תיב"מ יחודי	44.7%	29.1%
סה"כ תוכנת תיב"מ	42.4%	40.5%
תכנת PCB Design	28.6%	13.3%
תכנה לניהול פרויקטים	400.0%	100.0%
סה"כ CAD/CAE/CAM	**32.4%**	**29.1%**

8.1.2 תחזית לשוק התיב"מ מבוסס PC

בכנס WESCON האחרון בסן-פרנסיסקו, הוצגה תחזית של המשך גידול יציב בביקוש למערכות תיב"מ מבוססות PC, אולם לא עד תפיסת מקומם של מחשבי ה- MAINFRAME. להיפך, הביקוש הגובר למערכות מבוססות PC במשך השנים הקרובות לא רק שלא יחליף את המחשבים הגדולים, אלא יתרום להגברת השימוש בהם.

בהתבסס על מחקרים של: The Anderson Report, Automation Research Corp ו - Electronic Trend Publication עולה כי גובר השימוש במערכות תיב"מ מבוססות PC במקביל לגידול הכללי בשוק התיב"מ. התחזית היא כי במהלך שנת 1988 יעבור מספר מערכות התיכון המבוססות PC בארגונים גדולים, את מספרן של מערכות התיכון מבוססות מחשב בינוני וגדול. (במונח 'ארגונים גדולים' הכוונה לארגונים בהם למעלה מ- 1000 עובדים)

נתח השוק למערכות PC-CAD בארגונים אלו יגדל בשיעור שנתי של 43% לעומת גידול של 31% בכל שאר סוגי המערכות.

ממצאים נוספים במחקר: "השימוש בתיב"מ מבוסס PC בארגונים גדולים" כפי שפורסם ב- CAD REPORT - ינואר 1987.

א. מספרם של מערכות התיב"מ מבוססות PC יוכפל תוך שנתיים.

ב. PCs מהווים כיום (סוף 1986) 29% מכלל תחנות העבודה לתיב"מ. תחנות עבודה הנדסיות מבוססות 32-BIT, אשר מחירן למעלה מ- 10,000 דולר לתחנה מהוות כ-12% מסה"כ תחנות העבודה ההנדסיות. מסופים ותחנות עבודה המחוברים למחשב גדול מהווים כ- 59%.

ג. בבחירה של תוכנת תיב"מ ל- PC מוקנית חשיבות רבה יותר לתאימות עם מערכות מבוססות מחשב מרכזי מאשר למחיר או לביצועים.

ד. האחריות לתפעול מערך התיב"מ נופלת על מנהלי תיב"מ ומנהלי הנדסה ולא על מנהלי הענ"א בארגון.

ה. 42% מתחנות העבודה מבוססות PC מועסקות פחות מ- שעתיים ליום. רק 25% מועסקות למעלה מ- 6 שעות ליום.

8.1.3 תחנות עבודה לעומת PCs

המאבק המחריף בין תחנות עבודה הנדסיות ובין מערכות מבוססות PC נמשך מאז הוצגה תוכנת AUTOCAD לראשונה בנובמבר 1982. החרפת המאבק נובעת משיפור ביצועיו של ה- PC במקביל לשיפור מהותי בכוח החישוב של תחנות העבודה והוזלתן. רבים מבין המומחים בענף (ראה: CARL MACHOVER 1986,) טוענים כי למעשה מטשטשים קוי ההפרדה בין PC ל-WORKSTATIONS. עם הופעתם של PCs מבוססי 32-BIT צפוי ההבדל להעלם לחלוטין.

מחקר מקיף שנערך לאחרונה ע"י S. Klein Newsletter on Computer Graphics ואשר נקרא: Managing the Merger of PCs and Graphics Workstations: A Guide To Selling and Supporting CAD/CAE in the 15,000$ to 50,000$ Range טוען כי תחנות העבודה ההנדסיות יפסידו ל- PCs בשל מגמה של שינוי העדפות. השינוי נובע מעלותם הנמוכה יותר של PCs, ועלות נמוכה של תוכנה למערכות מבוססות PC, שרות, הדרכה, ותמיכה. (ראה: LAZEAR, 1988).

טבלה 8.2 ותרשים 8.3 מפרטים תחזית זו של שינוי מגמה בשוק תחנות העבודה וה-PC.

טבלה 8.2 - תחזית שינוי חלוקת שוק בין תחנות עבודה ל-PCs

יישום	1986 Wrkstns	1986 PCs	1990 Wrkstns	1990 PCs
תיכון ואנליזה	90%	10%	65%	35%
שרטוט	20%	80%	5%	95%
ייצור	5%	95%	10%	90%
תעוד טכני	85%	15%	55%	45%

8.2 מחקרים

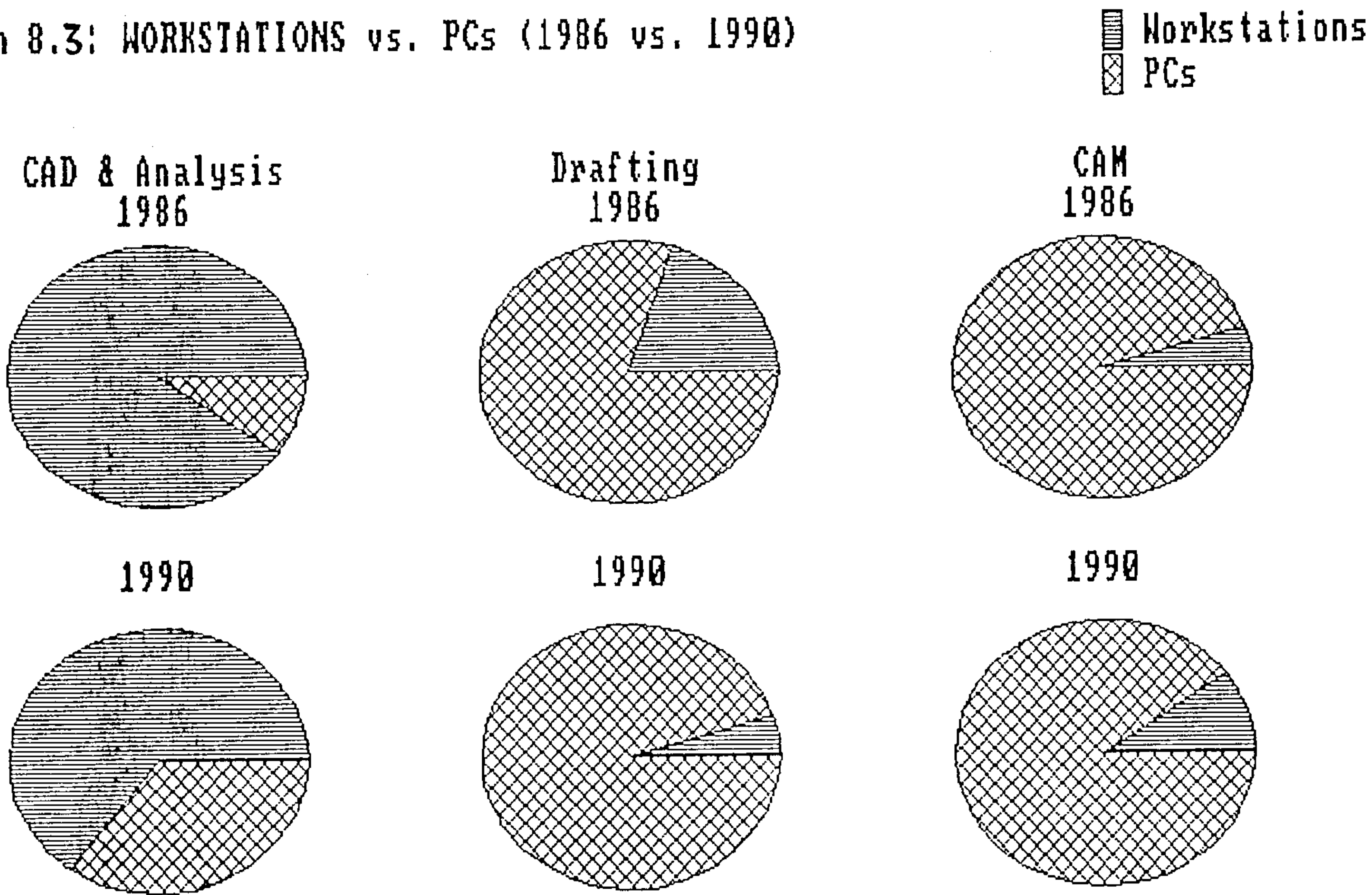
מספר מחקרים ומודלים הוגדרו בתחום השימוש והיישום של מערכות תיב"מ בארה"ב ובגרמניה.

8.2.1 מחקר שנערך בקרב חברי המכון האמריקאי לתיכון ושרטוט

מחקר זה נערך ע"י AIDD - AMERICAN INSTITUTE for DESIGN and DRAFTING.

המחקר נערך בקיץ 1985, והקיף כ- 160 משיבים, כולם משתמשי CADD. המשיבים השתמשו ב- 230 מערכות CADD, כלומר 1.5 מערכות לחברה. מערכות אלו כללו 37 סוגים שונים של חומרה, ו- 40 חבילות תוכנה שונות - 25% מן המערכות מבוססות PC.

חשוב לציין כי נתוני המחקר בארה"ב נאספו בשנת 1985, ונתוני המחקר הזה נאספו בשנת 1987. הבדל השנים יכול להסביר הבדלים בממוצעים מסוימים.


Graph 8.3: WORKSTATIONS vs. PCs (1986 vs. 1990)
Workstations
PCs
CAD & Analysis
1986
Drafting
1986
CAM
1986
1990
1990
1990

טבלה 8.4 - נקודות השואה בין תוצאות מחקר AIDD וישראל

	מחקר AIDD	ישראל
ממוצע שנים מאז רכישת מערכת ראשונה	2.9 שנים	3.9 שנים
ממוצע תחנות עבודה	7 תחנות	6.7 תחנות 45 מסופים
מספר תוויינים בחברה	2 תוויינים	0.87 תויין
שעות תעסוקת תחנה ביום	10.8 שעות	7.9 שעות
- פחות מ-8 שעות ביום	40%	74%
- הפעלת משמרת שניה	32%	17%
- הפעלת משמרת שלישית	10%	פחות מ- 9%
הדרכה ותרגול משתמשים	2.2 חודשים	3.0 חודשים
- בתוך חודש אחד	34%	24%
- חודש עד 3 חודשים	45%	47%
- למעלה מ- 3 חודשים	21%	29%
קיום יחידת ענ"א בארגון	91%	62%
- מעורבות ענ"א בתיב"מ	32%	15%
פיתוח עצמי של יישומים	40%	51%
אחריות ניהולית לתיב"מ		
- הנדסה/פיתוח/תיב"מ	68%	78%
- ענ"א	4%	7%

8.2.2 סקר של חברת Arthur D. Little משנת 1983

נתוני הסקר משקפים סטטיסטיקה מ- 43,309 משתמשי תיב"מ ויצרנים שאינם משתמשים בתיב"מ. הממצאים מצביעים על המסקנות הבאות:

* מחירה הממוצע של תחנת עבודה לתיב"מ - 79,000 דולר (1983).

* 39% מן הנסקרים משתמשים במערכות תיב"מ מ- 2 ספקים או יותר.

* העלויות הנגבות ע"י לשכות שרות נעות בין 45 - 33 דולר לשעת תחנה.

* רק 25% מעבודות התיכון והשרטוט מבוצעות במערכות תיב"מ.

לא ניתן להשוות ממצאים אלו עם ישראל, שכן במחקר בארה"ב סווג כל ארגון רק בתחום שימוש אחד, בעוד שבמחקר זה ניתן לכל ארגון להגדיר מספר תחומי שימוש.

פרק ט - מסקנות כלליות והמלצות

בישראל נעשה שימוש בגרפיקה ממוחשבת ותיב"מ כבר למעלה מעשרים שנים. בעשור האחרון בגר והתעצם השימוש בתיב"מ. הצטבר נסיון רב בקרב המשתמשים בתיב"מ ממנו ניתן ללמוד ולהסיק על תהליך ההחדרה והיישום של תיב"מ בארגון.

מחקר זה הינו הראשון מסוגו בישראל. המחקר בונה תשתית של עובדות ונתונים באשר להיקפו, אופיו ומאפייניו של תחום התיב"מ בישראל.

הלקחים וההמלצות ממחקר זה מתמצים למספר מישורים, אשר ניתן לראותם כמחזור חיים של מערכת תיב"מ בארגון:

- ייזום השימוש בתיב"מ בארגון.
- ניצול ושימוש בתיב"מ בארגון.
- פוטנציאל השימוש והגידול בתחום התיב"מ.

במסגרת המחקר נשלחו קרוב ל- 1200 שאלונים לארגונים ומפעלים בכל הענפים. 171 ארגונים השיבו לשאלון, ובהם 79 ארגונים המשתמשים בתיב"מ.

ייזום השימוש בתיב"מ בארגון

במחקר לא נמצאו מאפיינים ארגוניים מובהקים על פיהם ניתן להגדיר לכל ארגון את פוטנציאל השימוש בתיב"מ האופייני לו. גודל הארגון (מספר עובדים, מהנדסים או מחזור שנתי) אינם יכולים לשמש מדד מובהק לשימוש בתיב"מ בארגון - ארגונים מכל הגדלים משתמשים בתיב"מ בכל הרמות (ראה פרק ג').
כמו כן נדגמו ארגונים רבים אשר מתכוונים ליישם תיב"מ, ואף בחנו את האפשרות, אולם הם משהים את ביצוע היישום מסיבות רבות, ולא נמצאה אף תכונה ארגונית מובהקת המאפיינת ארגונים אלו.

תהליך מסודר ליישום תיב"מ בארגון כולל מספר שלבים מומלצים, ובהם הכרות וניתוח המצב הקיים, הכנת תכנית אב ליישום תיב"מ, והערכת הכדאיות הכלכלית שביישום תיב"מ בארגון. כמו-כן משולב תהליך היישום בשינויים ארגוניים, מעורבות ההנהלה וקביעת הכפיפות הארגונית. (ראה פרק ב').

במחקר זה נמצא (פרק ה'):

* רק כ- 30% מן הארגונים מתווים ומכינים תכנית אב ליישום התיב"מ בארגון.
* כ- 66% מן הארגונים עורכים סקר דרישות וצרכים, ומכינים מפרט דרישות.
* כמעט כל הארגונים (90%) מבצעים השוואה בין ספקים.

נתונים אלו מצביעים על כך כי ב- 2 מכל 3 ארגונים אין תכנון לטווח ארוך ליישום ושימוש בתיב"מ. יותר מכך, אחד מכל שלושה ארגונים עורך השוואה בין ספקים מבלי להכין כלל מפרט דרישות.
כמו-כן נמצא כי 30% מן הארגונים מסתייעים בשירותיו של יועץ חיצוני, מרביתם ארגונים אשר מכינים תכנית אב.

חשוב להדגיש כי תהליך ההשואה בין הספקים הינו רק אחד המרכיבים (ולא המרכזי) בתהליך הבחירה וההכנסה של מערכת תיב"מ לארגון, ואין הוא מבטיח את הצלחת יישום התיב"מ בארגון. לפיכך, יש לעבור את כל שלבי ההגדרה והתכנון, כולל הכנת תכנית אב ומפרטי דרישות.

במרבית הארגונים בהם קיימת יחידת ענ"א, אין היא מעורבת ביישום התיב"מ או שמעורבותה מצומצמת ביותר. לשם השוואה, רק ב- 15% מן הארגונים המיישמים תיב"מ בישראל מעורבת יחידת הענ"א בתהליך, כשיחידת ענ"א קיימת ב- 62% מן הארגונים הנדגמים. בארה"ב מעורבת יחידת הענ"א ב- 32% מן הארגונים המיישמים תיב"מ, כשיחידת ענ"א קיימת ב- 91% מן הארגונים. כלומר, בישראל מעורבת יחידת הענ"א באחד מכל 4 ארגונים להם יחידת ענ"א, בעוד שבארה"ב היחס הוא 1:3.

במהלך הבדיקה וההחלטה על יישום תיב"מ בארגון, ניתן להבחין ב- 3 אבני דרך עיקריות:

- תהליך בחינה ראשוני המסתיים בהגדרת דרישה.
- החלטה עקרונית.
- רכישה.

במחקר זה נמדד משך התהליך בין מאורעות אלו ונמצא כי משך הזמן הממוצע בין הגדרת הדרישה ועד להחלטה העקרונית הוא 9 חודשים. משך הזמן הממוצע אשר חולף בין ההחלטה העקרונית והרכישה הוא כ- 6 חודשים.

סה"כ אורך כל תהליך ההחלטה מרגע הגדרת הדרישות ועד לרכישה כ- שנה ורבע בממוצע. אין נתונים להשוואה בארץ או בארה"ב, אולם ברור כי ארגונים הסוטים מממוצע זה ומגיעים עד שנתיים, שלוש ואף ארבע שנים, מאבדים את התנופה והסיכוי ליישם כראוי את בחירתם, שכן בטכנולוגית התיב"מ, 2 - 3 שנים מהווים כמעט דור של התפתחות.

נמצא כי הסיבה הדומיננטית ביותר בבחירת מערכת של יצרן מסוים היא מחיר המערכת (54% מן הארגונים), ורק לאחר מכן ביצועי המערכת.

בתהליך הבחירה מעורבים בממוצע 5 - 4 אנשים, אולם בקרוב ל- 20% מן הארגונים מעורבים בתהליך למעלה מ- 6 אנשים (ראה פרק ה'). בניתות דו-מימדי ורב-מימדי (פרקים ו' ז')נמצא כי למספר המעורבים בתהליך הבחירה (בעיקר כאשר מספר זה גדול מ- 4), יש השפעה חזקה וישירה על היקף ההשקעה בתיב"מ, והוא גם משתנה המסביר חלק מאי העמידה בציפיות העלות של המערכת. כמו-כן נמצא כי מספר המעורבים בתהליך בענף הממשלה והצבא הוא גבוה משאר הענפים ושוה בממוצע ל- 9 מעורבים.

היקף ההשקעה הממוצעת בתיב"מ בארגון היא כ- 400 אלף דולר, אולם קרוב למחצית הארגונים משקיעים פחות מ- 50 אלף דולר, ושני-שליש מן הארגונים משקיעים פחות מ- 100 אלף דולר.

מחירו הממוצע של "כסא" בישראל הוא קרוב ל- 40 אלף דולר, ומחירו השולי של "כסא" נע בין 22 ל- 34 אלף דולר. לשם השוואה, מחירו הממוצע של "כסא" בארה"ב נע בין 20 ל-25 אלף דולר.

ניצול ושימוש בתיב"מ בארגון

במחקר זה הוגדר ונבחן מודל הנקרא **עומק השימוש בתיב"מ**, אשר משמש כמדד למידת המעורבות של תיב"מ בתהליכי התיכון ו/או הייצור.

עומק השימוש בתיב"מ הוגדר ב- 3 רמות:

רמה 1 -
שימוש בתיב"מ ככלי עזר טכנולוגי (שרטוט למשל).

רמה 2 -
תב"מ (CAD) - תיכון בעזרת מחשב או הב"מ (CAE) - הנדסה בעזרת מחשב. כלומר, ניצול מלא או חלקי של התיב"מ בתהליך התיכון.

רמה 3 -
אינטגרציה מלאה של התיב"מ בכל תהליכי התיכון והייצור בארגון (CIM).

הגדרת **עומק השימוש בתיב"מ** באה לייצג רמות שונות, לגיטימיות, של שימוש וניצול הטכנולוגיות המוצעות בשוק. כל ארגון מסווג עצמו ברמה המתאימה ובהתאם לצרכיו ודרישותיו.

מחקרים ומאמרים שונים (ראה פרק ד') מדגישים כי ההשקעה בתיב"מ (ברמות 2 ו-3) הינה השקעה משמעותית בחיי הארגון הן מבחינת היקף ההוצאה והן מבחינת משמעותה כנכס כלכלי ואסטרטגי של הארגון.
חברות לא מעטות הצליחו לתרגם את יכולת התיב"מ בארגון ליתרון מסחרי חשוב, וזאת ע"י סווג ברור, הגדרת יעדים ותכנון מדוקדק ומפורט לטווח ארוך.

במחקר זה נמצאו מספר מאפיינים המגדירים את אופי הניצול והשימוש בתיב"מ בארגון.
נמצא כי בכ- 80% מן הארגונים נעשה שימוש בשרטוט דו-מימדי, ובכ- 46% מן הארגונים נעשה שימוש בשרטוט תלת-מימדי. שימושים אלו מצויים בכל קטגוריות השימוש, ובהן: תיכון מכני, תיכון אלקטרוני, בניה וארכיטקטורה, מיפוי ועוד.

מספרן הממוצע של תחנות העבודה הוא 8.8, כשביותר מ- 80% מן הארגונים נעשה שימוש גם בתחנות עבודה חכמות.

בלמעלה ממחצית הארגונים משתמשים במערכת עד 5 משתמשים פעילים בלבד (בעוד הממוצע הכולל הוא 25), אלא שמספר השעות הממוצע ביממה שמערכת התיב"מ בישראל מנוצלת הוא נמוך מאוד, ו- 75% מן הארגונים משתמש במערכת פחות ממשמרת אחת ליום.
לשם השואה, בארה"ב משתמשים למעלה ממחצית הארגונים במשמרת שניה מלאה או חלקית במערכות התיב"מ.

מספר מצומצם של שעות שימוש יחד עם עלות גבוהה ל"כסא" - מייקרים ביותר את עלות ההון המושקע במערכות תיב"מ בארץ, מטילים ספק באשר לכדאיות הכלכלית של השקעות אלו, ומעמיקים את אכזבת המנהלים מן ההצדקה הכלכלית והמסחרית שבשימוש בתיב"מ.

אם נוסיף לכך את העובדה שבשני-שליש מן הארגונים אין מכינים תכנית אב ליישום התיב"מ - אזי נוצר מצב המרתיע ארגונים נוספים מהשקעות בתחום התיב"מ.

המסקנה וההמלצה המתבקשת מעיון בממצאים אלו, ולאור מודל **עומק השימוש בתיב"מ**, היא - שעל הארגון להציב לעצמו מטרות ויעדים בתחום השימוש בתיב"מ ולגבש תכנית אב ליישומן. כל רמת שימוש חייבת להמדד ולהשקל על פי צרכי הארגון. במקביל חייב הארגון להערך ארגונית ליישום התיב"מ, הן מבחינת השינויים במבנה הארגוני והאחריות התפעולית והן ע"י הפעלת משמרת שניה (חלקית לפחות). תהליך היישום כולו חייב להתבצע בשלבים ובאופן אבולוציוני, כלומר, רכישה מדורגת, הכשרת אנשים מושכלת ומסודרת, ומעורבות גבוהה של ההנהלה בשלב ההערכות וההחדרה של תיב"מ לארגון.

משך השנים האחרונות נוצר רושם שמיצוי מלא של טכנולוגית התיב"מ בארגון יתכן רק ע"י אינטגרציה מלאה של תהליכי התיכון והייצור (רמה 3), וכי על הארגון להכנס לתחום התיב"מ ביישום מלא של CIM. הנסיון המצטבר ביישום אינטגרציה מלאה בארגונים מראה כי בצד הצלחות לא מעטות, רבים גם הכשלונות, ולפיכך יש לשקול את צרכי הארגון בקפידה ולהתאים את רמת עומק השימוש לצרכים אלו.

היקף האינטגרציה המלאה בישראל (כלומר, ארגונים המסווגים ברמה 3), כפי שנמצאה במחקר זה הוא כ- 16%.

לא נמצא ענף שבו רמת שביעות הרצון מביצועי התיב"מ בארגון היתה גבוהה באופן מובהק מענפים אחרים.

<u>פוטנציאל השימוש והגידול בתחום התיב"מ</u>

במחקר זה נבחנו נתוניהם של 79 ארגונים המשתמשים בתיב"מ. קשה להעריך מהו מספרם הכולל של ארגונים המשתמשים בתיב"מ בישראל. לדעת מחברי מחקר זה, מספר הנדגמים במחקר זה מהווה אחוז משמעותי מכלל הארגונים המשתמשים בתיב"מ בישראל, ובודאי כלולים במדגם מרבית הארגונים הגדולים המשתמשים בתיב"מ.

אין ספק שקיים פוטנציאל של הרחבת היקף השימוש בארגונים המשתמשים בתיב"מ, ופוטנציאל בקרב ארגונים אשר עדיין אינם משתמשים בתיב"מ.

פוטנציאל זה מתמקד במספר מגזרים:

א. התעשיה הקיבוצית - במחקר זה ובמקורות נוספים (ראה פרק ג'), נמצא כי היקף השימוש בתיב"מ בתעשיה הקיבוצית נמוך לעומת כלל התעשיה. (20:80 בקיבוצים לעומת 39:61 בכלל המדגם).

ב. ענף הממשלה והצבא - הפוטנציאל הקיים בענף זה גבוה, עקב הפרשי זמנים בהחדרת טכנולוגיות חדישות בין השוק הפרטי לממשלתי.

ג. התעשיה והשרותים בענפי המתכת, גומי, פלסטיק, טקסטיל, עץ, עיצוב מוצר ונוספים. עלות הסף להחדרת תיב"מ לארגון נמצאת בירידה מתמדת, ועם הצטברות הנסיון ייכנסו למעגל המשתמשים ארגונים קטנים יותר מענפים אלו.

ד. פוטנציאל התרחבות השימוש בארגונים המשתמשים בתיב"מ.

אם ננסה לערוך חישוב גס וספקולטיבי של היקף הגידול הצפוי בקרב הארגונים אשר השתתפו במחקר זה, על סמך ממצאי המחקר, נמצא כי:

- בממוצע ירכוש כל ארגון 2 תחנות עבודה נוספות לשנה.
- העלות השולית ל"כסא" היא בין 22 ל- 34 אלף דולר.
- 79 ארגונים השתתפו במדגם.

לפיכך, פוטנציאל הגידול השנתי בארגונים שנדגמו נע בין שלושה וחצי וחמישה מליון דולר.

אם ננסה להרחיב את בסיס החישוב גם למגזרים האחרים שצויינו קודם - נגיע להיקף כולל של בין חמישה וחמישה-עשר מליון דולר לשנה.

כאמור, זהו חישוב תאורטי וספקולטיבי מאוד, אשר אינו יכול להיחשב כתחזית. חישוב שמטרתו לעמוד על סדר הגודל הכלכלי של תחום התיב"מ. גם אם קיימת סטיה גדולה בחישוב זה, עדיין מסתבר שתחום התיב"מ הוא בעל היקף כספי שנתי נמוך, והפסקתו של פרויקט ה"לביא", אשר נחשב למטוס ה"מתוב"מ" ביותר, מקטינה עוד יותר את התרחבותו של שוק זה. כמו כן אין לשכוח כי גם ההשקעה הקיימת איננה מנוצלת כראוי.
לעומת זאת, ההתקדמות הטכנולוגית, וירידת מחיר הכניסה לשימוש בתיב"מ, יחד עם הקטנת עלותה של כל תחנת עבודה, כל אלו מעודדים כל פרויקט הנדסי חדש להשתמש בתיב"מ וגרפיקה ממוחשבת.

במחקר נבחנו גם תכניות ההצטיידות של הארגונים הנדגמים. אם ננסה לערוך חישוב גס של ממוצעי דרישות ההצטיידות המדווחים. (תוך הסתייגות כי בארגונים רבים תכנית זו עדיין לא תוקצבה) נמצא כי:

* פוטנציאל ההשקעה הנוספת הצפוי בארגונים הנמצאים ברמת עומק שימוש 1 הוא כ- 22 אלף דולר לארגון לשנה (כלומר, כחצי מליון דולר בארגונים שנדגמו).

* פוטנציאל ההשקעה הנוספת הצפוי בארגונים הנמצאים ברמת עומק שימוש 2 הוא כ- 90 אלף דולר לארגון לשנה (כלומר, כ- 4 מליון דולר בארגונים שנדגמו).

* פוטנציאל ההשקעה הנוספת הצפוי בארגונים הנמצאים ברמת עומק שימוש 3 הוא כ- 260 אלף דולר לארגון לשנה (כלומר, כ- 3 מליון דולר בארגונים שנדגמו).

עפ"י חישוב זה עולה כי פוטנציאל הגידול בארגונים שנדגמו הוא כ- 7.5 מליון דולר לשנה.

בקרב הארגונים המשתמשים בתיב"מ ואשר נדגמו במחקר זה בלטה קבוצת הארגונים בעלי מחזור שנתי של 20 - 5 מליון דולר. קבוצה זו עלתה בהיקף פעילות התיב"מ שלה על קבוצת הארגונים הגדולים יותר המשתמשים בתיב"מ, בעלי מחזור שנתי של 100 - 20 מליון דולר.
קבוצה זו בלטה בהיקף השקעותיה בתיב"מ, במספר המשתמשים ותחנות העבודה, בשעות התעסוקה ביממה ובשנות הנסיון. קבוצת ארגונים זו בלטה במיוחד בענף האלקטרוניקה.

סיכום והמלצות

במחקר נבחן היקף ואופי השימוש בתיב"מ בישראל, ותהליך קבלת ההחלטות להחדרת תיב"מ לארגון. במחקר הוצג מודל רמת עומק השימוש בתיב"מ, אשר על פיו נבחנו משתמשי התיב"מ בישראל.

תרומתו של המחקר באה לידי ביטוי בשני מישורים. האחד - עצם ביצוע המחקר, אשר ככל הידוע, הוא הראשון מסוגו בארץ. (נערכו מספר סקרים מוגבלים בהיקפם ע"י חברות מסחריות).

המישור השני והחשוב הוא בנסיון להגדיר את מחזור החיים של החדרת מערכת תיב"מ לארגון, ולבסס את תהליך הכנסת התיב"מ על תכנון וניתוח צרכי הארגון, ובחירה ויישום הולמים של הכנסת הטכנולוגיה לארגון, על מנת שתצמח לארגון תועלת כלכלית.

כל ארגון העומד בפני כניסה לתחום השימוש בתיב"מ, כמו גם ארגון העומד להרחיב את היקף השימוש בתיב"מ חייב לבחון את הנקודות הבאות:

- הגדרת רמת עומק השימוש בתיב"מ הדרושה לארגון.

- מיסוד תהליך קבלת ההחלטות כולל:

  * הגדרת יעדי השימוש בתיב"מ.
  * הכנת תכנית אב ומפרט דרישות, בהתאם לרמת עומק השימוש בתיב"מ .
  * הגדרה והכנה של תהליך השינוי הארגוני הדרוש.
  * מעורבות גבוהה של ההנהלה.
  * תכנון ותזמון ההדרכה וההכשרה של עובדים.
  * גיבוש צוות בחירה שאינו עולה על 4 אנשים, כולל אדם ממחלקת ענ"א.
  * בקשת הצעות מספקים (RFP).

- הפעלת משמרת שניה (חלקית לפחות) לצורך ניצול יעיל וכלכלי של מערכת התיב"מ בארגון.

- הגדלת מעורבותה של יחידת הענ"א בארגון הן באפיון והן ביישום התיב"מ.

רשימה ביבליוגרפית

א. רשימת מקורות בשפה העברית

אחיטוב, נ. ו-רונן, ב. "ריכוז וביזור של מערכות תיב"מ", קובץ מאמרים בכנס החמישי לתיכון וייצור באמצעות מחשב, 1983.

בניה, ד. "מספר בעיות יסוד ביישום CIM", קובץ מאמרים בכינוס הישראלי התשיעי לתיב"מ ורובוטיקה, 1987.

דונקלמן, י. "מקומו של המחשב האישי במערך התיב"מ", גליון "מחשבים" מס. 26 נובמבר 1986, עמודים 16-21.

וייס, מ. "בחירת מערכת תיב"מ למפעל עתיר ידע", קובץ מאמרים בכנס החמישי לתיכון וייצור באמצעות מחשב, 1983.

חסיד, ע. "מה שמחשב קטן יכול לעשות במפעל גדול", מגזין אנשים ומחשבים אוגוסט 1987, עמודים 33-35.

יסקי, י. "התפתחויות צפויות בתיב"מ מכני", גליון "מחשבים" מס. 26 נובמבר 1986, עמודים 22-26.

מיטלברג, ד. ו-שור, ש. "לקראת הקיבוץ הממוחשב", בעקבות סקר המיחשוב בתנועה הקיבוצית - תשמ"ו, בהוצאת אוניברסיטת חיפה, המרכז הקיבוצי והמכון לחקר הקיבוץ והרעיון השיתופי.

רגובסקי, א. "המיחשוב בתעשיה הישראלית", עבודת גמר לקראת התואר מוסמך למדעי הנהול - מערכות מידע, הפקולטה לניהול, אוניברסיטת ת"א, ספטמבר 1986.

שפס, י. "CIM - אסטרטגיה לתעשית העתיד", קובץ מאמרים בכנס הישראלי השביעי לתיב"מ ורובוטיקה, 1985.

ב. רשימת מקורות בשפה האנגלית

Adler, P.S. and Helleloid, D.A. (1987)
"Effective Implementation of Integrated CAD/CAM: A Model"
IEEE Tramsactions on Engineering Management,
Vol EM-34, No. 2, May 1987, pp. 101-107.

Adler, P.S. (1988)
"The Mangerial Challenges of Integrating CAD/CAM"
A draft of Research performed by Paul S. Adler, Dept. of Industrial Engineering and Engineering Management, Stanford University. Version 2/88.

Ahituv, N. and Neumann, S. (1986)
Principles of Information Systems for Management, Wm. C Brown Company Publishers, Dubuqe, Iowa.

AIDD REPORT (1986)
1985 CADD USER SURVEY REPORT
American Institute for Design and Drafting, Inc.
Rockville, Maryland.

Anderson, B. (1987)
"Choosing a CADD System"
COMPUTER GRAPHICS WORLD, April, 1987, pp. 97-98.

Bowman, J.A. (1983)
"Use of CAD/CAM Interactive Graphics in Facilities and Industrial Engineering"
Paper presented to AUTOFACT 5 Conference, November 1983, Detroit, Michigan.

Burdick, D.B. (1987)
"Technical Workstation Wars: Who's Winning... and Loosing"
COMPUTER GRAPHICS REVIEW, SUMMER 1987, pp. 29-40.

CAD/CIM Alert, (September 1986)
"CAD/CAM Managers: What's Expected Of You?"
September, 1986, pp. 10-12.

CAD REPORT, (January 1987)
"PC CAD in Large Organizations"
January, 1987, pp. 12.

Chorafas, D.N. (1987)
Engineering Productivity through CAD/CAM,
Butterworth, 1987.

COMPUTER GRAPHICS REVIEW, (FALL 1986)
An Interview With CARL MACHOVER "PC Graphics: Perspective On a Revolution in Progress"
pp. 22-32.

COMPUTER GRAPHICS REVIEW, (FALL 1987)
An Interview With Joel ORR "The Next Steps for CAD/CAM"
pp. 37-49.

DARATECH, (1984)
CAD/CAM,CAE: Evaluating Today's Systems
NORTH-HOLLAND, Amsterdam, Holland, 1984.

Dror, B. (1974)
"Computer Aided Design Feasibility Study",
IAI Report No. 4830/8280, September, 1974.

ELECTRONICS (January 1988)
Report on CAD/CAE Market,
January 7, 1988, pp. 84.

Encarnacao, J. (1987)
"A Survey on CAD Systems and Applications"
COMPUTERS in INDUSTRY 8 (1987) pp. 35-40.

Fleischer, M. and Liker, J.K. and Arnsdorf, D.R. (1987)
"Implementation and Use of CAD and CAE"
Presented at the 1987 IEEE Conference on Management and Technology, Atlanta, GA.

Foley, J. D. and VAN-DAM, A. (1983)
Fundamentals of Interactive Computer Graphics
ADDISON-WESLEY, USA, 1983

Foundyller, C. (1987)
"What Worries CAD/CAM Users"
CAE, April 1987, pp. 84.

Gartner Group, (1987)
"Who Initiates CIM in Most Companies?"
Computer Integrated Manufacturing, Key Issues, K-640-027, February 18, 1987.
Published by Gartner Group Inc.

Gartner Group, (1988)
"Accelerating Corporate Learning about CIM"
Computer Integrated Manufacturing, Key Issues, K-660-115, March 30, 1988.
Published by Gartner Group Inc.

Healy, M. (1987)
"What is a Workstation"
DATAMATION, January 15, 1987, pp. 55-57.

Heichler, E.J. (1986)
"Microcomputers In the CAD/CAM Arena"
COMPUTERWORLD FOCUS, March 19, 1986, pp. 23-26.

Johnson, J. (1983)
"CAD/CAM: Pushing The State of The Art"
DATAMATION, VOL. 28 February 1983

Korte, G.B. (1984)
"CADD Requires Radical Organizational Changes"
COMPUTER GRAPHICS TODAY, August, 1984, pp. 4,12.

Krouse, J. K. (1983)
"CAD in The 21st Century"
MACHINE DESIGN, March 10, 1983

Lazear, T. (1988)
"PCs vs. Workstations: How the Tug of War Affects CAD/CAE"
COMPUTER GRAPHICS REVIEW, March/April 1988, pp. 41-55.

Ludlum, D. (1988)
"DP Spending"
COMPUTERWORLD, March 14, 1988, pp. 106.

Machover, C. (1985, 1986)
Notes and Handouts from Seminars on:
"Introduction to CAD/CAM" & "How to Choose and Implement CAD/CAM Systems" 1985, 1986

Machover, C. (1986)
"CAD/CAM Future Directions"
Presented to The Forth Annual CAE Program Users Meeting, February 1986, San Diego

Machover, C. (1986)
"Trends in Microcomputer CAD"
Presented at Microcomputer Graphics, December 1986, New-York

Maglitta, J.E. (1987)
"CAD Wins in Workstation Wars"
DIGITAL REVIEW, August 24, 1987, pp. 57-58.

Majchrzak, A. (1986)
"A National Probability Survey on Education and Training for CAD/CAM"
IEEE TRANSACTIONS on ENGINEERING MANAGEMENT, Vol. EM-33, No. 4, November 1986, pp. 197-206.

Marks, P.A. (1986)
"Putting CAD/CAM Into Place"
COMPUTERWORLD FOCUS, March 19, 1986, pp. 31-33.

Orr, J.N. (1984)
"CAD and CAM far From Being Integrated"
COMPUTER GRAPHICS TODAY, September 1984, pp. 8-9.

Orr, J.N. (1985)
"Picking the Best CADD System for You"
COMPUTERWORLD, June 10, 1985, pp. ID/17-ID/24.

Orr, J.N. (1985)
"CADD/CAM Acquisition: Who's In Control?"
COMPUTERWORLD FOCUS, June 19, 1985, pp. 43-44.

Payne, W.W. (1983)
"An Insider's View of the Acquisition of CAD/CAM Equipment"
Paper presented to AUTOFACT 5 Conference, November 1983, Detroit, Michigan.

Raibstein, A.I. (1983)
"Methodology for Selecting A Cot-Effective CAD/CAM Environment"
The Fifth Annual Conference of CAD/CAM, Tel-Aviv, ISRAEL, 1983.

Rettberg, D. and Belland M. (1985)
"Number One Obstacle on Road to CIM Success: Fear"
COMPUTER GRAPHICS TODAY, October, 1985, pp. 4.

Stern, D.E. (1987)
"Tying Islands Of Automation Into CIM Systems"
DEC PROFESSIONAL, November 1987, pp. 44-52.

TECHNOLOGY FORECASTS (1988)
"PC-CAD Growth, Limitations assessed"
Technology Forecasts and Technology Surveys, January 1988, pp. 2-4.

Teicholz, E. (1984)
"Vendor, System Issues Vital to Judging CADD"
COMPUTER GRAPHICS TODAY, August, 1984, pp.13-14.

Teicholz, E. (1985)
CAD/CAM HandBook McGRAW-HILL, 1985

Wilson, D. (1986)
"32-bit Technical Workstations"
COMPUTERWORLD, March 10, 1986, pp. 45-50.

Wysack, R.L. (1986)
Effective CAD Management - A Manager's Guide
North-Holland, Amsterdam, Holland, 1986.

Zviran, M. & Borovits, I. (1986)
"Computer-Family Selection Methodology for Organizational Information Systems"
Working Paper 900/86, IIBR 1986

ECONOMICS AND ECONOMETRICS

WORKING PAPERS

890/86	The Response of the Firm to Different Schemes of Time-Of-Use Pricing when the Production Function is Quadratic, 42 pp.	Asher Tishler
895/86	The Optimal Choice of Inputs Under Time-Of-Use Pricing with Fixed-Proportions Technology, 22 pp.	Gary Fethke Asher Tishler
901/86	Licensing of Cost-Reducing Innovation, 39 pp.	Shmuel S. Oren Yair Tauman
904/86	Complementarity-Substitution Relationships in the Demand for Time Differentiated Inputs Under Time-Of-Use Pricing, 20 pp.	Asher Tishler
906/86	Internal Pricing and Cost Allocation for Efficient Decentralized Control, 48 pp.	Avraham Beja Israel Zang
915/86	Shelving and Licensing of Innovations, 40 pp.	Y. Tauman Y. Weiss
918/86	A Priority Rule in Tender Offers, 64 pp.	Yakov Amihud Moshe Burnovski
932/87	The Impact of Buyers' Expectations on Entry Deterrence, 10 pp.	David Besanko Shabtai Donnenfeld
935/87	The Multiproduct Firm Quality Choice and Regulation, 31 pp.	David Besanko Shabtai Donnenfeld Lawrence J. White
938/87	Finite and Infinite Complexity in Axioms of Rational Choice: or, Sen's Characterization of Preference-Compatibility Cannot be Improved 16 pp.	Avraham Beja
940/87	Values for Two-Stage Games: Another View of the Shapley Axioms, 20 pp.	Avraham Beja Itzhak Gilboa
946/87	Product Variety and the Inefficiency of Monopoly, 19 pp.	Shabtai Donnenfeld Lawrence J. White

968/88	The Value of Information in a Strategic Conflict, 46 pp.	Morton I. Kamien Yair Taumann Shmuel Zamir
970/88	Learning by Doing Under Uncertainty, 16 pp.	Shabtai Donnenfeld Gideon Fishelson

ENERGY

WORKING PAPERS

899/86	Remarks on the Effect of Demand Charges on the Firm's Demand for Electricity, 15 pp.	Asher Tishler

REPRINTS

409	Evaluating Energy Options for Israel: A Case Study, The Energy Journal, Vol. 7, No. 1, 1986, 15 pp.	Nissan Levin Asher Tishler
447	Electricity Equilibrium Models with Stochastic Demands, Energy Economics, October 1987, pp. 227-40.	Nissan Levin Jacob Zahavi

RESEARCH REPORTS

55/86	Time-Of-Use and Reliability Rates in Power Systems, (in Hebrew).	Shmuel Oren
60/87	Marginal and Production Costing Model for Electricity, Accounting for Uncertainty, Maintenance Requirements and Unit Commitment, 112 pp.	Nissan Levin Jacob Zahavi
61/88	CAPEX - A Model for Planning Investments in the Electric Power Generating System: Version 5.0. (in Hebrew).	Jacob Zahavi Nissan Levin

INFORMATION SYSTEMS

WORKING PAPERS

887/86	SYS-Aide: An Expert Aide to Systems Analysis, 21 pp.	Itzhak Shemer
888/86	Categories of Knowledge: Toward A Theory of Information Systems, 26 pp.	Phillip Ein-Dor
891/86	Cognitive Styles - How Many?, 37 pp.	Dov Teeni
892/86	Design of Person-Computer Decision Systems: The Role of Complexity and Individual Differences, 34 pp.	Dov Teeni Phillip Ein-Dor Shulamith Kreitler
893/86	Context Determination for Natural Language Queries, 16 pp.	Phillip Ein-Dor Israel Spiegler
900/86	Computer-Family Selection Methodology for Organizational Information Systems, 30 pp.	Moshe Zviran Israel Borovits
910/86	The Applicability of the Economic Theory of Teams to the Design of Distributed Processing Systems, 32 pp.	Niv Ahituv Norton Riley
911/86	O. Henry and Information Economics, 20 pp.	Niv Ahituv Seev Neumann
913/86	Assessing Data Reliability in an Information System, 23 pp.	Nachman Agmon Niv Ahituv
919/86	Dynamic Recovery as an Alternative to Data Base Restoration, 35 pp.	Israel Spiegler Yehuda Noff
924/87	A Priori Analysis of Natural Language Queries, 30 pp.	Israel Spiegler Smadar Elata
925/87	Protecting Statistical Data Bases Against Retrieval of Private Information, 17 pp.	Niv Ahituv Yeheskel Lapid Seev Neumann
928/87	Context Determination for Natural Language Queries, 30 pp.	Phillip Ein-Dor Israel Spiegler
929/87	A Language Design for Sessions with Group Decision Support Systems, 30 pp.	Niv Ahituv Israel Spiegler
942/87	Hardware versus Software Costs: The Composition of Data Processing Budgets, 20 pp.	Phillip Ein-Dor

945/87	Assessing the Value of Information: Problems and Approaches, 37 pp.	Niv Ahituv
950/87	Using DSS Methods in Selecting Operations Management Software, 26 pp.	Adi Kapeliuk Avy Shtub Israel Spiegler
955/88	End User Computing and Information System Theory, 38 pp.	Phillip Ein-Dor Eli Segev
971/88	Resources, Leadership, and EUC, 17 pp.	Phillip Ein-Dor Eli Segev
978/88	Intensity of End User Computing, 25 pp.	Phillip Ein-Dor Eli Segev
982/88	Major IS Concerns of Entrepreneurial Organizations, 28 pp.	Paul Alpar Phillip Ein-Dor
985/88	Representing Commonsense Business Knowledge: An Initial Implementation, 11 pp.	Phillip Ein-Dor Yaakov Ginzberg
988/88	Computers as Continuous Recursive Functions on Real-Life Extension Topologies, 23 pp.	Aaron Shenhar
989/88	A Topological Approach to the Computation of Arbitrary Objects, 37 pp.	Aaron Shenhar
995/88	Computer-assisted Manufacturing in Israel (in Hebrew), 66 pp.	Niv Ahituv

REPRINTS

419	Attitudes, Association and Success of MIS: Some Empirical Results from Research in the Context of a Business Game, The Computer Journal, Vol. 29, No. 3, 1986, 10 pp.	Phillip Ein-Dor E. Segev
425	Computerization in the Israeli Industry, Ma'aseh Hushav, Vol. 13, No. 5, October 1986, pp. 39-58 (in Hebrew).	Niv Ahituv Arik Ragowsky
433	Computer-Family Selection Methodology for Organizational Information Systems, Information & Management, Vol. 12, 1987, pp. 107-115.	Israel Borovits Moshe Zviran
434	The Need for a Universal Catalogue, Journal of Library & Information Science, Vol. 12, No. 1, April 1986, pp. 1-33.	Israel Borovits

437	Attributes of the Performance of Central Processing Units: A Relative Performance Prediction Model, Communications of the ACM Vol. 30, No. 4, April 1987, pp. 308-17.	Phillip Ein-Dor Jacob Feldmesser
445	Motivation Environment of Israeli Computer Personnel Compared to the United States, Proceedings of The National Conference on Data Processing, Jerusalem, 1987, pp. E-14-30.	J. Daniel Couger Israeli Borovits Moshe Zviran
451	Processing Encrypted Data, Communication of the ACM, Vol. 30, No. 9, September 1987, pp. 777-80.	Niv Ahituv Yeheskel Lapid Seev Neumann
452	A Metamodel of Information Flow: A Tool to Support Information Systems Theory, Communications of the ACM, Vol. 30., No. 9, September 1987, pp. 781-91.	Niv Ahituv
453	A Temporally Oriented Data Model, ACM Transactions on Database Systems, Vo. 11, No. 4, December 1986, pp. 499-527.	Gad Ariav
454	Airline Management Information System at Arkia Israeli Airlines, MIS Quarterly, Vol. 12, No. 1, March 1988, pp. 127-37	Israel Borovits Seev Neumann
464	The Characteristics of Microcomputer Support Personnel: A Normative Perspective, Human Systems Management, Vol. 7, 1988, pp. 321-331.	Niv Ahituv Jack J. Baroudi Boaz Ronen
465	A Topology of Financial Versus Manufacturing Management Information Systems, Human Systems Management, Vol. 7, 1988, pp. 291-298.	Boaz Ronen Michael A. Palley

RESEARCH REPORTS

59/87	Computerization in the Israeli Industry (in Hebrew), 63 pp.	Niv Ahituv Arik Ragowsky

OPERATIONS RESEARCH

WORKING PAPERS

886/86	The Constrained Bottleneck Problem in Networks, 18 pp.	O. Berman G. Handler D. Vinovski
889/86	The Conditional p-Center Problem in the Plane, 15 pp.	R. Chen G.Y. Handler
909/86	A Combined Cost-Nuisance Approach to the Location of an Undesirable Facility, 16 pp.	R. Chen
923/87	Approximating Steady-State Probabilities of Queueing Systems Under Maximum Entropy Conditions, 13 pp.	Israel Brosh
947/87	Optimal Control of a Partially Observable Markov Chain, 19 pp.	Abraham Nir
956/88	Finite Horizon Control Limits for a Partially Observable Markov Chain, 14 pp.	Abraham Nir
958/88	An Empirical Evaluation of Multiattribute Utility and Reservation Price Measurement, 32 pp.	Shlomo Kalish Paul Nelson
964/88	Nonzero-Sum Two-Person Repeated Games with Incomplete Information and Observable Payoffs, 55 pp.	Jonathan Shalev
993/88	Joint Production Planning and Product Delivery Commitments with Random Yield, 22 pp.	Mordechai Henig Nissan Levin

REPRINTS

421	Improving Operational Performance in Service Industries, Industrial Management, Vol. 28, No. 4, July/August 1986, 6 pp.	Shlomo Globerson Ronald Copeland
455	The Domination Property in Multicriteria Optimization, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Vol. 114, No. 1, February 1986, pp. 7-16.	Mordechai Henig
456	Extensions of the Dynamic Programming Method in the Deterministic and Stohastic Assembly-Line Balancing Problems, Comput. & Ops. Res., Vol. 13, No. 4, 1986, pp. 443-449.	Mordechai Henig

457	Dynamic Capacity Planning of Public Schools in Changing Urban Communities, Socio-Econ. Plann. Sci., Vol. 20, No. 5, 1986, pp. 319-324.	Mordechai Henig Yigal Gerchak
458	Control of Arrivals and Departures in a State-Dependent Input-Output System, Operations Research Letters, Vol. 5, No. 1, June 1986, pp. 33-36.	Refael Hassin Mordechai Henig
459	An Inventory Model with Component Commonality, Operations Research Letters, Vol. 5, No. 3, August 1986, pp. 157-160.	Yigal Gerchak Mordechai Henig
460	The Basketball Shootout: Strategy and Winning Probabilities, Operations Research Letters, Vol. 5, No. 5, pp. 241-244.	Yigal Gerchak Mordechai Henig